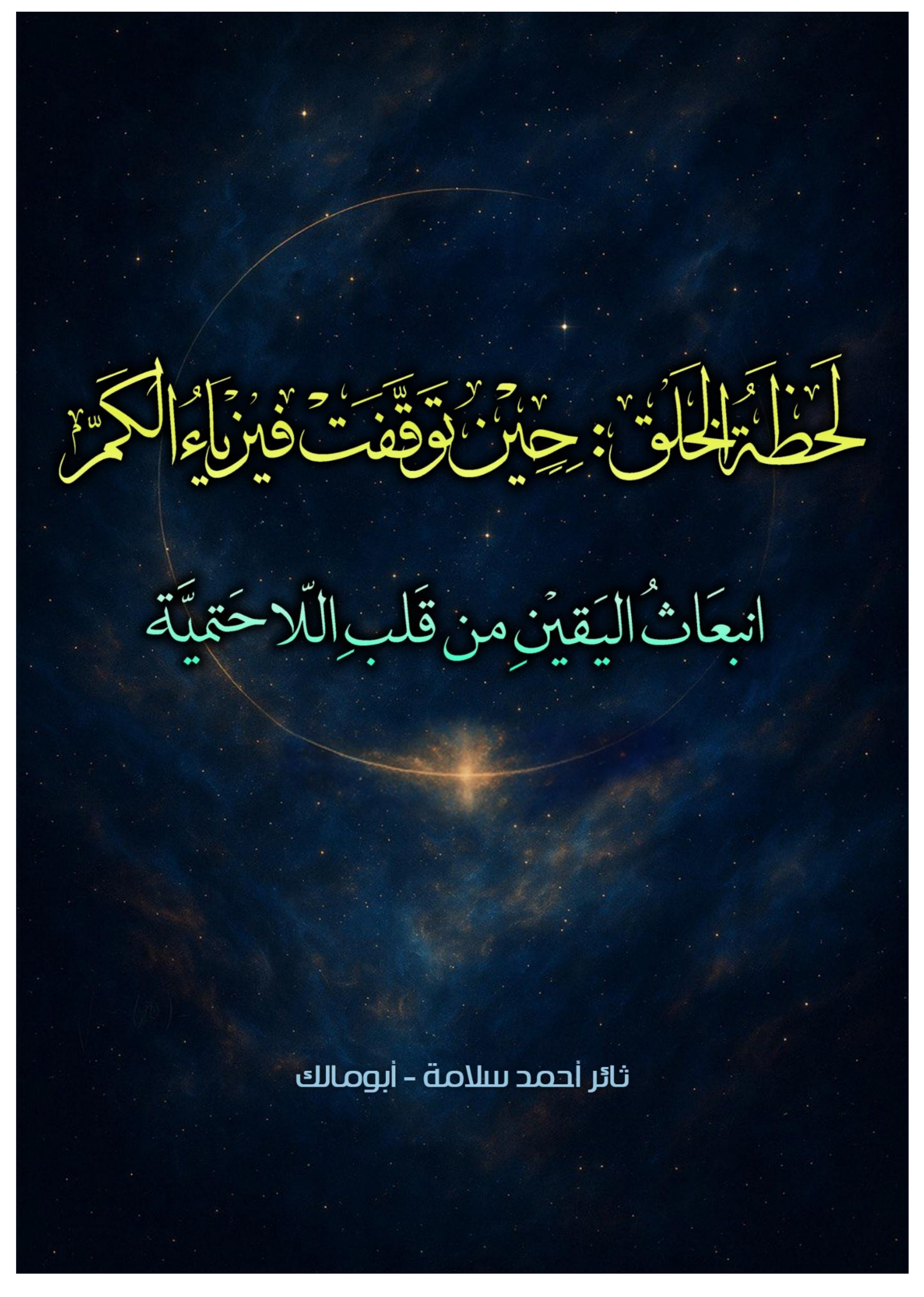

لَحظةُ الخلق: حِينَ توقَّفت فيزياءُ الكمّ
انبعَاثُ اليَقينِ من قَلبِ اللّاحَتميَّة
ثائر أحمد سلامة - أبومالك

بِسمِ ٱللهِ ٱلرَّحۡمٰنِ ٱلرَّحِيمِ

لحظة الخلق: حين توقفت فيزياء الكم؛ انبعاث اليقين من قلب اللاحتمية

"Quantum Theory and the Genesis of the Cosmos"

فصول من كتاب:

نَشأَةُ الْكَوْنِ، تَوَسُّعُهُ ومَآلُهُ، دَلِيْلٌ عَقْلِيٌّ عِلْمِيٌّ حِسِّيٌّ عَلَىْ وُجُوْدِ الْخَالِقِ

الفقير إلى رحمة ربه: أبو مالك
ثائر أحمد سلامة

بينما يستلهم ثائر سلامة في هذا الكتاب المعرفي من آلبرت آينشتاين، وروجر بنروز، وريتشارد فاينمان، وباول ديفيز، وستيفن هاوكينغ، رؤاهم عن فيزياء الكم، فإنه في الوقت نفسه يتجاوزهم، إذ يستعيد العمق الفلسفي لميكانيكا الكم، ويعيد ربطها برؤية منسجمة للواقع—رؤية لا تجعل من العلم خصمًا للمعنى، بل شريكًا في كشف بنية الوجود.

فيزياء الكم وتفسير نشأة الكون الملخص التنفيذي:

يهدف هذا الكتاب إلى تقديم دراسة علمية وفلسفية عميقة وموسّعة لتفسير نشأة الكون في ضوء فيزياء الكم، ويعالج أبرز الفرضيات التي استُند فيها إلى النظرية الكمومية لنفي وجود الخالق أو تقويض الحتمية والسببية. وقد أبرزنا من خلال هذا العمل أن الرد على تلك الفرضيات لا يمكن أن يتم بصورة علمية دقيقة إلا من خلال فهم شامل ودقيق لميكانيكا الكم، وهي إحدى أعقد وأدق نظريات الفيزياء الحديثة.

يتناول الكتاب جذور ميكانيكا الكم وتطورها التاريخي منذ إشعاع الجسم الأسود، ومروراً بتأثير كومبتون، وظاهرة الشق المزدوج، والتراكب الكمومي، والتشابك، وصولًا إلى أهم تفسيرات دالة الموجة، ومفهوم القياس، ومشكلة انهيار الدالة الموجية. وقد ركزت الدراسة على المفارقة الكبرى: كيف يمكن لنظرية تحكمها الاحتمالات، لا الحتميات، أن تُستخدم لنفي السببية أو لنقض فكرة الخلق المحكَم؟

تناولنا بالنقد والتحليل التفسيرات الكمومية المعاصرة، وعلى رأسها تفسير كوبنهاجن الذي يرى أن القياس هو ما يخلق الواقع، وتفسير روجر بنروز الذي يرى أن الانهيار الكمومي عملية فيزيائية موضوعية تؤثر فيها الجاذبية، مما يفتح الباب لإعادة إدخال الحتمية على المستوى الكمومي، وبالتالي دحض فكرة أن "العشوائية الكمومية" تعني غياب التصميم أو أن الكون نشأ من "لا شيء" بلا سبب.

وقد خلصنا إلى أن التفسيرات التي اعتمدت على ميكانيكا الكم لنفي وجود الخالق أو لهدم فكرة السببية والحتمية، لا تقف على أرض صلبة علميًا، بل تتجاهل التوترات الجوهرية داخل النظرية ذاتها، مثل مشكلة القياس، ومفارقة التراكب، وغموض طبيعة دالة الموجة.

ومن هنا كان لزامًا أن نخوض أولاً في دراسة مستفيضة دقيقة لمفاهيم ميكانيكا الكم، وأن نعيد تبسيطها بصورة سلسة تراعي غير المتخصصين، ليكون القارئ مؤهلاً لفهم الحجج الدقيقة التي نقدّمها في الرد على تلك الفرضيات. ونؤكد أن أي محاولة لدحض هذه الفرضيات دون فهم عميق لمفاهيم الكم ستظل سطحية وغير مقنعة علمياً أو فلسفياً.

هذا العمل هو دعوة للتفكّر العلمي العميق، يبيّن أن الكون، في أدق بنياته، ليس مجرد تراكب احتمالات أو لعبة صدفة، بل نظام محكم يشهد على تصميم دقيق، ويعيد الاعتبار لفكرة الخلق والسببية، ويقوّض أوهام "اللاواقع" التي حاول بعض المفسرين نسبها إلى ميكانيكا الكم.

فِهْرِسُ المُحْتَوَيَاتِ

الأفكار الأساسية في فيزياء الكم: هل نفت فيزياء الكم الو اقع؟

تُعد ميكانيكا الكم واحدة من أكثر الفروع العلمية تعقيداً وإثارةً للجدل في الفيزياء الحديثة، وتُمثِّل ميكانيكا الكم أحد أعظم الإنجازات العلمية في القرن العشرين، فهي تتعامل مع الظواهر التي تحدث على المستوى الذري وما دونه، وقد غيَّرت رؤيتنا للواقع وفتحت الباب أمام تساؤلات فلسفية عميقة حول طبيعة العالم المادي والموضوعية[1] والقياس، والتنبؤ، والسببية، والحتمية. هل تعني الظواهر الكمومية أنّ الواقع الذي نراه إنما هو وهمٌ خالص؟ أم إنّ فيزياء الكم قد كشفت لنا عن بُعدٍ أعمق لواقعٍ أكثر تعقيدًا مما تصورته الفيزياء الكلاسيكية؟ في هذا البحث المسهب العميق، والمبسط في آن، سنقوم بتحليلٍ مُعمَّقٍ لمفاهيم ميكانيكا الكم، وعلاقتها بالسببية والحتمية، وتفسير نشأة الكون وسنحلِّل أبرز المفاهيم والتجارب والتفسيرات المتعلقة بهذه القضايا المثيرة، في إطار علميٍّ نقديٍّ، مع توثيق علمي دقيق من أهم المراجع الحديثة والموثوقة، مع تقديم نقد علمي مفصّل لهذه التفسيرات.

سنبدأ بمقولة مهمة للبروفيسور روجر بنروز "ينبغي أن ندرك جيداً "أن العالم الواقع "خارجنا" أو "من حولنا" عالم موضوعي، واقعي، حتمي، موجود بصورة مستقلة عنا، يجري وفقاً للفيزياء الكلاسيكية، ووفقاً لحسنا السليم، ووفقا للنظرة التي نظر من خلالها المفكرون وقامت عليها الحجج الفلسفية الجادة دائماً إلى الكون، يجري بطريقة واضحة ومحددة لكونه محكوماً بعلاقات رياضية مصوغة بصورة دقيقة، وهذا ينطبق تماماً على نظريات ماكسويل للكهرومغناطيسية، وآينشتاين النسبية، وحتى نظريات وقوانين نيوتن وهاملتون وجاليليو الكلاسيكية، [ومن قبلهم علماء المسلمين الفيزيائيين الأفذاذ ث. س.]، ولا تتأثر كيفية وجود العالم الكلاسيكي مطلقاً بالطريقة التي يمكن أن نختارها للنظر إليه، وفيزياء الكم لا تغير من طبيعة هذا العالم العياني الجاهري الموضوعي من حولنا، لكن سلوك العالم المجهري، عالم الذرات وما تحت الذرات يجري وفقاً للنظرية الكمومية، القائمة على مبدأ عدم اليقين، الذي يجعل سلوك هذه الجسيمات المتناهية في الصغر سلوكاً احتماليا"[2].

---

[1] الموضوعية في فيزياء الكم تشير إلى الأسلوب العلمي الذي يتبع في دراسة هذا الفرع من الفيزياء. وفي علم الفلك والفيزياء الكلاسيكية الأخرى، تنطوي الموضوعية على قياس وتجربة الظواهر بحيث يمكن للعلماء أن يعاينوا الظواهر ويكرروها ويصفوها بشكل دقيق.

ومع ذلك، في فيزياء الكم، تواجه الموضوعية تحديات كبيرة بسبب طبيعة الجسيمات الصغيرة والتفاعل الكمي. فمن المعروف أن قياس حالة جسيم بالفعل يؤثر على حالته ويغير سلوكه، مما يجعل القياسات المتكررة صعبة ويجب التعامل معها بحذر. تحدث هذه الظاهرة فيما يُعرف بانهيار الموجة الكمية.

[2] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 276. [بتصرف يسير، الكلام بين الأقواس زيادة من عندي].

سنلاحظ بعد قليل بإذن الله: **الأفكار الأساسية التالية**: **الو اقعية وتقابلها الوضعية**، **والمحلية Locality وتقابلها اللامحلية**، **والحتمية ويقابلها عدم اليقين (اللاحتمية) والاحتمال**، **والقياس**، و"**دالة الموجة Wavefunction**"

وهناك جملة أخرى من المفاهيم الأساسية في فيزياء الكم درسناها بالتفصيل تحت باب: (تذبذبات الفراغ وتقلبات الكم، والفراغ الكمي، ودالة الموجة، والنفق الكمومي). فراجعها هناك.

الفصل الأول: ما هي فيزياء الكم[3]؟ فيزياء الكم بين الغموض والقصور، وبين الأساطير، والحقائق!

يقول ستيفن هاوكينج في كتابه: تاريخ موجز للزمان: "واليوم فإن العلماء يوصفون الكون في حدود نظريتين جزئيتين أساسيتين، نظرية النسبية العامة، وميكانيكا الكم، فهما الإنجازان الثقافيان العظيمان للنصف الأول من هذا القرن (العشرين)، ونظرية النسبية العامة تصف قوة الجاذبية وبنية الكون بالمقياس الكبير،... وميكانيكا الكم من الجانب الآخر تتناول ظواهر بمقياس بالغ الصغر،... على أنه لسوء الحظ، من المعروف أن هاتين النظريتين لا تتوافق إحداهما مع الأخرى، **فلا يمكن أن تكون كلاهما صحيحة**، وإحدى المحاولات الرئيسية التي تبذل في الفيزياء اليوم، وهي أيضا المبحث الرئيس لهذا الكتاب، هي البحث عن نظرية جديدة تدمج النظريتين معا، **نظرية كم للجاذبية**[4]، وليس لدينا بعد نظرية كهذه، وربما كنا لا نزال بعيدين عن الحصول عليها".[5]

يقول روجر بنروز: "فإذا كنا ننوي إذن الغوص عميقاً في إحدى مسائل الفلسفة الأساسية التي يمكن صياغتها على الصورة التالية: **كيف يسير عالَـمُنا فعلا**؟ وما الذي يكوّن عقلنا الذي هو، في الواقع، نحن ليس إلا؟ فما علينا عندئذ إلا أن نتوصل إلى تفهم النظرية الكمومية التي هي أكثر النظريات الفيزيائية **دقة وغموضاً**، ومع ذلك، ربما زودنا العلم يوماً ما بفهم أعمق مما تزودنا به النظرية الكمومية، وإن رأيي **الشخصي أن النظرية الكمومية نفسها ليست سوى حلاً موقتاً**، وهي **غير ملائمة لتقديم صورة و افية للعالم الذي نعيش فيه**،...!"[6] ويقول الفيزيائي الكبير ريتشارد فينمان: "في زمن ما قيل بأن اثني عشر رجلا فقط فهموا النظرية النسبية،...أستطيع القول بكل ثقة **أن لا أحد يفهم فيزياء الكم**،... لذلك لا تأخذ المحاضرة على محمل الجد، وتشعر أنه يجب عليك أن تفهم فيما يتعلق ببعض النماذج ما سأصفه، ولكن فقط استرخ واستمتع به. سأخبرك كيف تتصرف الطبيعة. إن أمكن لا تخاطب نفسك قائلا: "لكن كيف يمكن أن يكون الأمر هكذا؟" لأنك سوف "تسقط"، إلى زقاق أعمى لم يهرب منه أحد بعد. **لا أحد يعرف كيف يمكن أن يكون**

---

[3] ميكانيكا الكم: مجموعة من النظريات الفيزيائية ظهرت في القرن العشرين، وذلك لتفسير الظواهر على مستوى الذرة والجسيمات دون الذرية، ولا تنطبق على الجسيمات التي مقياسها أكبر من 10^-9 متر، أي أكبر من نانو متر، ودراسة الخصائص الموجية والجسيمية لتلك الجسيمات بالغة الصغر، إلا إن التجارب الجديدة أظهرت سلوكا كموميا لبعض الأجسام العيانية بشرط عزلها التام عن محيطها المتفاعل معها كما سيأتي.

[4] في ظلال غياب نظرية كم للجاذبية، كيف يقوم ستيفن هاوكينج وغيره بإسقاط مفاهيم نظرية الكم على نشأة الكون الذي كانت تحكمه الجاذبية؟

[5] تاريخ موجز للزمان لستيفن هاوكينج ص 22-23. ترجمة للعربية: مصطفى فهمي. 1987، ومعلوم أن هاوكينج فشل في تقديم النظرية التي تسمى نظرية كل شيء حتى بعد أربعين سنة من وعده بتقديمها!

[6] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 277.

مثل هذا."[7] وحتى لا تظن أن فينمان نفسه يفهم ميكانيكا الكم، وهو الذي يقدم لطلابه في محاضراته عام 1965شرحا "كيف تتصرف الطبيعة"، فإنه هو نفسه يقول عام 1982: "لقد واجهنا دائمًا صعوبة كبيرة في فهم النظرة إلى العالم التي تمثلها ميكانيكا الكم. على الأقل أنا أواجه هذه الصعوبة، ربما لأنني رجل كبير في السن لم أتمكن من الوصول إلى درجة أن هذه الأشياء واضحة بالنسبة لي. حسنًا، ما زلت أشعر بالتوتر حيال ذلك... أنت تعرف أن كل فكرة جديدة، تستغرق جيلًا أو جيلين حتى يصبح من الواضح أنه لا توجد مشكلة حقيقية. لا يمكنني تحديد المشكلة الحقيقية، لذلك أظن أنه لا توجد مشكلة حقيقية، لكنني لست متأكدًا من عدم وجود مشكلة حقيقية."[8] ويقول آينشتاين: "إن خنصره أخبره بأن **نظرية الكم غير مكتملة**"[9]،

تاريخ موجز لتطور فيزياء الكم، رحلة العلم نحو أعماق اللامتوقع:

1. بداية القصة: مشكلة إشعاع الجسم الأسود:

في نهاية القرن التاسع عشر، ظن العلماء أن الفيزياء قد أوشكت أن تفسر كل شيء، لكن تجربة بسيطة هزت هذا اليقين: عندما كانوا يسخنون جسماً معتماً – مثل الحديد المسخن – لاحظوا أن لونه يتغير مع زيادة الحرارة: من الأحمر إلى البرتقالي إلى الأبيض.

الغريب كان أن حسابات الفيزياء الكلاسيكية (مثل معادلات ماكسويل) فشلت في تفسير الإشعاع المنبعث عند الأطوال الموجية القصيرة (ما عرف لاحقاً بـــ"كارثة الأشعة فوق البنفسجية")، هنا جاء **ماكس بلانك** (1900م) ليطرح فكرة مذهلة: الطاقة لا تُشع بشكل مستمر، بل تُطلق في حزم صغيرة منفصلة سماها "**كمات** (Quanta)"، وكل كمة طاقتها متناسبة مع تردد الإشعاع، لقد كانت هذه بداية فكرة أن الطبيعة ليست مستمرة، بل "محببة" على المستوى الدقيق.

2. التأثير الكهروضوئي: الضوء يكسر التوقعات!

في عام 1905، نشر **آينشتاين** تفسيره لظاهرة محيرة أخرى: عندما يسقط ضوء على سطح معدني، تُقذف إلكترونات منه، ولكن الغريب أن: زيادة شدة الضوء لا تزيد عدد الإلكترونات المقذوفة! إنما يتوقف الأمر على **لون الضوء** (أي طاقته)، فالألوان ذات الطاقة العالية (مثل الأزرق والبنفسجي) فقط هي التي تحرر الإلكترونات.

اقترح آينشتاين أن: "الضوء نفسه يتكون من جسيمات طاقة صغيرة سماها **فوتونات**". وكل فوتون يحمل طاقة متناسبة مع تردده، تماماً كما قال بلانك. كانت هذه ضربة قاضية لفكرة أن الضوء مجرد موجة: إذن الضوء **موجة وجسيم معاً!** هكذا وُلدت فكرة "الازدواجية الموجية الجسيمية" للضوء.

---

[7] "I think I can safely say that nobody understands quantum mechanics." Richard Feynman, in The Character of Physical Law (1965)

[8] Richard Feynman, in Simulating Physics with Computers appearing in International Journal of Theoretical Physics (1982) p. 471

[9] من مقدمة كتاب: عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 13 تقديم: مارتن غاردنر

3. **بنية الذرة: نيلز بور يدخل المشهد:**

في عام 1913، جاء **نيلز بور** ليقدم نموذجه الثوري للذرة: الإلكترونات تدور حول النواة في مدارات معينة فقط. وكل مدار ثابت، وله طاقة محددة، ولا يمكن للإلكترون أن يوجد بين المدارين، وعند انتقاله من مدار إلى آخر، يمتص أو يبعث فوتوناً بطاقة تساوي الفرق بين المستويين، ويطلق على "كَمَّةً" الطاقة هذه التي عليه أن يطلقها أو يكتسبها اسم "الفوتون" أو "الضويء"[10]، وهكذا فُسر لماذا ينبعث الضوء بألوان معينة من الذرات، ولماذا كانت ألوان إشعاع المصباح الكهربائي تتغير مع الطاقة. لكن هذا النموذج كان لا يزال ميكانيكياً كلاسيكياً في روحه... وكانت هناك حاجة لثورة أعمق.

4. **ازدواجية المادة: اقتراح دي برولي:**

في عام 1924، فاجأ **لويس دي برولي** العالم بفكرته الجريئة: ليس فقط الضوء يتمتع بازدواجية موجة-جسيم،بل **كل جسيم مادي** كذلك، كل جسيم، مهما كان صغيراً، له طول موجي مرتبط بحركته. قادت هذه الفكرة المدهشة لاحقاً إلى تجارب أظهرت أن الإلكترونات – وهي جسيمات – تستطيع أن تتداخل مثل الأمواج!

5. **ميكانيكا الكم الحديثة: شرودنجر وهايزنبرج:**

في عام 1926، قدم **إرفين شرودنجر** معادلته الشهيرة، التي تصف كيفية تطور الدالة الموجية لأي نظام كمومي عبر الزمن، هذه الدالة الموجية لا تخبرنا بمكان الجسيم بدقة، بل تعبر عن "احتمالية" وجوده في مكان ما، وبعدها بقليل، جاء **فيرنر هايزنبرج** بمبدئه الثوري: لا يمكن قياس موقع جسيم وزخمه (أي سرعته واتجاهه) بدقة تامة في الوقت نفسه. وهذا هو **مبدأ عدم اليقين**، الذي أعلن نهاية حلم الحتمية المطلقة في فهم الكون!

6. **فهم الطبيعة المزدوجة للعالم**

وهكذا اتضح أن:

- المادة ليست مجرد جسيمات صلبة تتحرك بطريقة حتمية.
- ولا هي مجرد موجات تملأ الفضاء.
- بل هي شيء ثالث: كيان كمومي مزدوج السلوك، تصفه الاحتمالات وليس الحتميات.

حتى الحرارة، والضوء، والإشعاعات المغناطيسية، كلها تتحرك عبر "ركوب" الفوتونات – أي الكمات الصغيرة من الطاقة – التي تسافر كموجات ولكن تتفاعل كجسيمات.

7. **ملاحظات مهمة**

[10] "وهو جسيم ذو كتلة وشحنة معدومتين" الدقائق الثلاث الأولى من عمر الكون، ستيفن واينبرج. ترجمة محمد وائل الأتاسي. ص 14

- حين يسافر وينتقل الضوء، والحرارة، والاشعاعات الكهربائية والمغناطيسية، وما شابهها، فإنها كلها تمتطي "صهوة الضويئات (الفوتونات)" أو "الكمات"، أو تجعل من حزم الطاقة القادرة على نقل الاشعاعات الكهرومغناطيسية التي نسميها الفوتونات، وسيلتها للانتقال.
- والإشعاعات الكهرومغناطيسية، والحرارة، والضوء، تنتقل على صورة أمواج، كأمواج الصوت التي تنطلق من الأوتار الصوتية في حنجرة المتكلم لتصل لأذن السامع يحملها الهواء، لأمواجها اهتزازات ولها أطوال معينة تتناسب مع حدة الصوت، وبعده عن السامع، وهكذا.
- "وقد أقام آينشتاين الصياغة المهمة التالية: "تتناسب طاقة كل فوتون عكسا مع طول الموجة، وعند كل درجة حرارة مفروضة، سيحتوي إشعاع الجسم الأسود على عدد قليل من الفوتونات التي لها طاقة عالية جدا، ولها بالتالي طول موجة قصير جدا، وهذا يفسر لنا هبوط توزيع بلانك عند أطوال الموجات القصيرة."
- في البداية، كان ثابت بلانك يقيم العلاقة بين الطاقة التي يحملها فوتون، وطول موجة الاهتزازات الكهرومغناطيسية التي تصاحبه، لكن تبين أن ثابت بلانك يقيم العلاقة بين الطاقة بأشكالها، وأطوال الموجات المهتزة، التي تصدر عن أي جسيم، ليس فقط عن الفوتونات!!

ثابت بلانك: المفتاح السري لبناء الكون

- إذن فأي جسيم مهما كان صغيرا، يهتز، وينتقل الاهتزاز لينقل الطاقة التي أصدرها الجسيم عند اهتزازه، فإذا ما درست العلاقة بين الطاقة وأطوال الموجات المهتزة وجدتها دائما علاقة ثابتة. فهذه خاصية كونية ومن الثوابت المعبرة تعبيرا دقيقا منضبطا والتي لو تغيرت لكان شكل الكون غير الذي نعرف بل لم نكن لنكون فيه كي نعرف!
- ماذا يعني هذا؟ يعني أن الإشعاع لا ينبعث بشكل متصل كما تصفه نظرية ماكسويل للأمواج الكهرومغناطيسية؛ سواء أكان إشعاع الضوء أم الحرارة أو غيرها، بل ينبعث على شكل نبضات منفصلة من الطاقة أطلق على كل منها اسم "كمة" Quantum حسب نظرية ميكانيكا الكم، لها قدر معين من الطاقة، يعتمد على تردد الموجات، يكون أعظم كلما علا تردد الموجات، فَكَمَّةُ الأشعة تحت الحمراء ذات طاقة صغيرة، وكَمَّةُ الأشعة فوق البنفسجية أكبر بكثير، ونتذكر أن ماكس بلانك من مؤسسي وأساطين نظرية الكوانتم، أي الميكانيكا الكمية.
- نحن نواجه أشكالاً مختلفة من الطاقة، فعندما تقف أمام المدفأة لتشعر بالدفئ في يوم بارد، تواجه طاقة تنتقل إليك فيها الحرارة على صورة أمواج تحملها حزمٌ قادرةٌ على حملِ الطاقةِ، وفي حساب الطاقة المشعة تستخدم قيمة ثابتة يطلق عليها ثابت بلانك. هذا الرقم صغير جداً بحيث يمكن

إهمـالـه. إلا أنـه واحـد من الـدلالات الأسـاسـيـة والثـابتـة في الطبيعـة، وهو بـالضـبط h= 6.62607015×10^{-34} جول.ثانية. أي (م2 كغم/ثانية).

- إذا قسمت طاقة الفوتون، أو الطاقة التي نقلها أي جسيم مهتز على التردد في أي حالة من حالات الإشعاع، سواء الضوئي أو الحراري أو غيره فإن الناتج هو هذا الرقم الثابت.
- عندما نقف أمام المدفأة ونشعر بالدفء، نحن في الحقيقة نستقبل سيلًا من الفوتونات التي تحمل طاقة كمومية نقلتها إلينا الأمواج الكهرومغناطيسية.
- الطاقة وطول الموجة مرتبطان دومًا بثابت بلانك h، الذي يحدد أن الطبيعة – في أعمق مستوياتها – تسير بقواعد دقيقة وثابتة.
- لو كان ثابت بلانك مختلفًا قليلاً، لكان الكون كما نعرفه غير موجود أصلاً.
- **ثابت بلانك** وهو رقم صغير جدًا جدًا يحدد **كمية الطاقة** التي يحملها كل "حُزمة" أو "كمية" من الضوء أو أي موجة كهرومغناطيسية. بمعنى آخر: العالم في صغره الشديد (عالم الذرات والجسيمات، عالم المادة والطاقة) لا يتصرف بسلاسة مثل الماء الجاري، بل يتصرف بقفزات صغيرة محددة الحجم، وحجم هذه القفزات يحدده ثابت بلانك. فهو يحدد ويحكم بدقة متناهية: كيف تتصرف الطاقة، كيف تتصرف المادة، كيف تتشكل الذرات والجزيئات.
- بدون ثابت بلانك أو لو كان مختلفًا، كانت قوانين الطبيعة ستكون **مختلفة تمامًا**: الذرات قد لا تتشكل أصلًا، والضوء قد لا ينتشر كما نعرفه، والكون قد لا يكون مستقرًا أو لا يتكوّن إطلاقًا.
- بمعنى آخر: ثابت بلانك هو مثل "ضبط المصنع" الأساسي للكون.
- لو كان ثابت بلانك **أكبر قليلاً** لكانت القفزات الطاقية أكبر ولكانت الذرات غير مستقرة، والإلكترونات تطير بسهولة من الذرات وبالتالي **فلا يوجد كيمياء معقدة** وبالتالي فلا حياة، والكون كان ليكون منفجرا وغير مستقر.
- لو كان ثابت بلانك **أصغر قليلًا** لكانت القفزات الطاقية صغيرة جدًا ولكانت الذرات شديدة الالتصاق، وربما المادة كلها تتصرف بطريقة جامدة جدًا مما يعني أيضًا **لا حياة** بالشكل الذي نعرفه، كان الكون ليكون جامدا أو متجمدا غير حيوي. فثابت بلانك إذن: مُعيَّرٌ تعييراً منضبطاً دقيقاً محكماً.

خلاصة:

ميكانيكا الكم لم تأت كترف فكري، بل ولدت من أزمة حقيقية في تفسير الطبيعة، وكشفت أن العالم الدقيق لا يسير وفق الحدس البشري، بدلاً من الحتميات الصارمة، صار الواقع خليطاً من الاحتمالات والقوانين الإحصائية الدقيقة، ومع ذلك، تظل هذه القوانين مضبوطة بدقة مذهلة، مما يدل أن الكون أعمق وأذكى مما كنا نتخيل.

أهم مفاهيم ميكانيكا الكم بلغة مبسطة:

تدرس ميكانيكا الكم العالم الصغير جدًّا: عالم الذرات والجسيمات الدقيقة:

- **الكوانتم Quantum:** هو أصغر مقدار يمكن أن تحمله الطاقة أو المادة. كأنك تقول: بدل أن تصب الماء بسلاسة من إبريق، تجد أنه ينزل فقط قطرة قطرة. في العالم الصغير، لا توجد طاقة متصلة، بل تأتي على شكل "حزم صغيرة" منفصلة.
- **الدالة الموجية (Wavefunction)** وصف لحالة الجسيم. لا تحدد بالضبط أين هو، بل تخبرنا أين "يمكن" أن يكون. أشبه بخريطة احتمالات تقول لك: "هناك فرصة 70% أن يكون هنا، و30% هناك".
- **مبدأ عدم اليقين (Uncertainty Principle):** يقول إنك لا تستطيع أن تعرف بالضبط مكان الجسيم وسرعته معًا في اللحظة نفسها. فإذا عرفنا واحدة بدقة، تصبح الأخرى غامضة. هذا ليس بسبب ضعف أدواتنا، بل لأن طبيعة عالم الجسيمات الذرية وما تحت الذرية هكذا.
- **التراكب الكمومي (Quantum Superposition):** يعني أن الجسيم يمكن (احتمالا) أن يكون في حالتين أو مكانين مختلفين في نفس الوقت إلى أن نقيسه! مثل قطة شرودنجر المشهورة: حية وميتة معًا حتى نفتح الصندوق!
- **التشابك الكمومي (Quantum Entanglement):** عندما يرتبط جسيمان بطريقة غامضة تجعل حالة أحدهما تعتمد فورًا على حالة الآخر، حتى لو كانا بعيدين آلاف الكيلومترات. كأنهما توأمان يتواصلان لحظيًّا مهما ابتعدا.
- **الكمية الحبيبية للطاقة (Quantization of Energy):** لا يستطيع الإلكترون في الذرة أن يأخذ أي طاقة كيفما شاء، بل فقط مقادير محددة تشبه درجات السلم: إما هذه الدرجة أو تلك، لا شيء بينهما.
- **الانهيار الكمومي (Wavefunction Collapse):** عندما نقيس جسيمًا، يتوقف عن "الاحتمال" ويُجبر على اختيار حالة واحدة فقط. كأنك تفتح الصندوق فتجد القطة إما حية أو ميتة، وليس الاثنتين معًا.
- **الإزالة التداخلية (Decoherence):** سبب اختفاء الغرابة الكمومية في الأشياء الكبيرة. فبسبب تفاعل الأشياء مع البيئة من حولها، تفقد خواصها الغريبة بسرعة وتتصرف بطريقة مألوفة لنا.

الفصل الثاني: ما هو الواقع المادي؟

أ. التصوّرات الكلاسيكيّة للواقعيّة (الواقع):

لطالما سعى الإنسان لفهم طبيعة الواقع المادي، فمنذ العصور القديمة مروراً بعصر الحضارة الإسلامية، ومن ثم بعصر نيوتن وغاليليو وحتى آينشتاين، قامت الفيزياء الكلاسيكيّة على فكرة أنّ للعالم وجودًا موضوعيًّا مستقلًّا عن "الرَّاصد" أي مستقلاً عن إدراكنا له، فالأجسام تمتلك موقعًا وسرعة يمكن قياسهما بدقّة متى شئنا، ويخضع الكون لقوانين دقيقة ثابتة وحتميّة تتفق مع الحس السليم، وتضمن أنّ معرفة الحالة الراهنة لنظامٍ ما تكفي للتنبؤ بمستقبله، قال العالم الفيلسوف الفرنسي بيير سيمون دي لابلاس Pierre Simon de Laplace في القرن التاسع عشر: "من الممكن أن نعتبر حالة الكون الآن نتيجة لماضيه، وهي السبب في مستقبله"[11]

"حينما اقترح إسحاق نيوتن قوانينه للميكانيكا في القرن 17 بُنيت الحتمية عليها تلقائيا، فعند التعامل مع النظام الشمسي وبمعرفة قوانين الحركة يمكن تحديد سرعات كواكبه وأقمارها وأوضاعها في أي وقت مستقبلي، والتنبؤ بمواعيد الخسوف والكسوف والوقوف عكسيا على متى حدث ذلك في الماضي، وكل هذا وفقا لمنظومة السبب والنتيجة، وعليه فإن الماضي والمستقبل "مُحتَوَيَانِ" في الحاضر، ويكون الكون كله "آلة هائلة" أو "ساعة ضخمة منتظمة الإيقاع". **وحين لا نستطيع التنبؤ** بنتيجة التجربة العملية فإن هذا يرجع إلى **محدودية معلوماتنا عن العالم وحقيقة الأشياء**. تتميز هذه النماذج بأن النتائجَ تتبع الأسبابَ وتنتج عنها،

- في الميكانيكا النيوتنيّة، تُعرَّف المادة من خلال الموقع والسرعة المحددين، بدقّة في كل لحظة زمنية، وتسير تبعًا لعلاقات رياضيّة واضحة. يمكننا -على سبيل المثال- وصف حركة الأرض حول الشمس على أنها حركةٌ إهليلجيّة (بيضاويّة) ناتجة عن قوة الجاذبيّة. فلو عرفنا موقع الأرض وسرعتها اللحظيّة الآن، أمكننا وفق قوانين نيوتن (مثل F=ma، وقانون الجذب العام) التنبؤُ بدقّةٍ بموقعها وسرعتها في المستقبل، أي إن الحركة هنا حتميّة وقابلة للحساب الصارم.
- في نظرية ماكسويل للكهرومغناطيسيّة، تُوصَف الظواهر الكهربائيّة والمغناطيسيّة على نحوٍ حتميٍّ بدِقّة. لذلك فإننا نجد وصفًا حتميًّا لحركة المجالات الكهربائيّة والمغناطيسيّة وانتشار الموجات الكهرومغناطيسيّة (الضوء والراديو وغيرها) في الفراغ. فإذا عُلمت الشروط الأوّليّة للمجال (مثل الشحنات الكهربائيّة وتوزيعها وسرعتها)، فإن معادلات ماكسويل تسمح بحساب تطوّر المجال بدقّة عبر الزمن.
- في النسبيّة العامة لآينشتاين، تتجلّى الحتميّة على المقاييس الكونيّة؛ حيث تُفسَّر الجاذبية كتشوّه في نسيج الزمكان ناتج عن وجود الكتلة والطاقة. وتُوصف حركة الأجرام الكبيرة مثل النجوم وتوسع

---

[11] فيزياء الكوانتم حقيقة أم خيال، تأليف أليستر راي، ترجمة أسامة عباس، إصدار مركز براهين، ص 26.

الكون وفق علاقات تحافظ على واقعيّة العالم واستقلاله عن الراصد. وتفسر ظواهر مثل انحناء الضوء حول الأجرام الضخمة والثقوب السوداء بدقة متناهية، وتُستخدم لوصف التوسع الكوني والانفجار العظيم، حيث تصف كيف بدأ الكون من نقطة تفردية ذات كثافة وحرارة عاليتين، وكيف توسع الزمكان منذ ذلك الحين. وتتبدّى الحتميّة على مستوى كونيّ: بفضل معادلات أينشتاين للحقل، يمكننا التنبؤ بكيفيّة تشوّه "نسيج" الزمكان تبعًا لكمّيّة الكتلة أو الطاقة، ثمّ حساب مسارات الأجرام الكبيرة (كالكواكب والنجوم)، بما يحافظ على واقعيّة وجودها المستقلّ عن الراصد. هذا ما يفسّر مثلًا ظاهرة انحناء ضوء النجوم قرب الشمس، أو تفاصيل حركة الكواكب التي لا يُفسّرها نيوتن بدقّة تامّة (كحركة حضيض كوكب عطارد).

هذه الرؤية، التي تتّفق مع الحسِّ السليم، تؤكِّد أنّ الواقع المادي قائمٌ "هناك" سواء لاحظناه أم لم نلاحظه، وأنّ قوانين الطبيعة تحكمه بصلابة واستقلال، فهل تأثرت هذه التصورات على وجه الحقيقة بميلاد ميكانيكا الكم في مطلع القرن العشرين؟ حيث تصور بعض كتب الفيزياء أن هذا النموذج الكلاسيكي الحتمي قد تعرض لهزّة كبيرة مع ولادة ميكانيكا الكم، الحقيقة أن الجواب يمكن تلخيصه في النقاط التالية:

1. **لا تأثير كمومي ملحوظ على الأمثلة الثلاثة في نطاقها الاعتيادي**

- عندما نتكلّم عن حركة الأرض حول الشمس وفق ميكانيكا نيوتن أو عن انتشار الموجات الكهرومغناطيسيّة عبر معادلات ماكسويل أو عن تشوّه الزمكان في النسبيّة العامة، فإنّ كلّ هذه الأمثلة تتعامل مع أجسام كبيرة (عيانيّة) أو حقول واسعة النطاق. في هذه الحالات، تكون التأثيراتُ الكموميّةُ ضئيلةً جدًّا بحيث لا تُحدِث فارقًا عمليًّا أو تجريبيًّا؛ إذ تنطمس الظواهر الكموميّة الدقيقة بسبب **إزالة التداخل (Decoherence)** أو "توسُّط الأعداد الكبيرة" (Large numbers averaging)، ونتيجة ذلك، تتصرّف هذه الأجسام وفق النظرة **الحتميّة** الكلاسيكيّة من غير ظهور سلوكٍ غريبٍ ينقض تلك القوانين.

2. **أين اهتزّت الصورة فلسفيًّا؟**

- **اهتزاز الصورة** لا يعني أنّ الكواكب والأجرام بدأت "تتصرف" بسلوكٍ كموميٍّ خارق في النطاق الكبير، بل يعني أنّ ظهور ميكانيكا الكم كشف لنا أنّ الحتميّة المطلقة والموقع والسرعة المحدّدان بدقّة "في كل لحظة" ليست صفات جوهريّة على المستوى الأعمق (الذرّي وما دونه).
- في نفس الوقت، لا نرى هذا "اللّا–حتم" في عالم الكواكب والنجوم لأنّ المنظومة الكبيرة تتصرّف في المحصّلة بشكلٍ أقرب إلى التصوّر الكلاسيكي الحتمي، تحت تأثير الإحصاء الضخم وإزالة التداخل وغيرها من الآليات التي تجعل السلوك الكلّي "يبدو" مستقلاً عن الراصد.

3. **هل هي مجرّد زاوية نظر فلسفيّة؟**

- ليس الأمر مجرّد "فلسفة" خاوية؛ إذ إنّ التجارب على الجسيمات الذرية وما دونها **برهنت** أنّ الطبيعة لا تتّبع الحتميّة الصارمة التي نصّت عليها القوانين الكلاسيكيّة، وأنّ ثمّة تراكبات واحتمالات حقيقيّة تتحقّق عند القياس. لكن حين نرتقي إلى الأجسام الكبيرة، تطغى قوانين الإحصاء والحرارة والتفاعلات البيئيّة، فتصبح المخرجات أقرب إلى الحتميّة الكلاسيكيّة.
- لذا يمكننا القول إنّ النظرة الكموميّة لا تُغيّر من تنبؤاتنا بسلوك الأرض حول الشمس مثلًا أو من عمل معادلات ماكسويل على الضوء العادي؛ لأنّ مقدار "اللايقين" الكمومي على هذا المستوى ضئيلٌ لا يُلاحظ.

4. **هل الأجرام الكبيرة تملك سلوكًا كموميًّا ينافي التصور الكلاسيكي؟**

- **مبدئيًّا** كل الأجسام توصف في العمق بقوانين الكم، بما فيها الكواكب والنجوم. ولكن **عمليًّا**، عند هذا الحجم الهائل، تؤدّي آليّاتُ إزالة التداخل وارتباطُ المنظومة ببيئتها (محليًّا وكونيًّا) إلى "إخفاء" أي مظاهر كموميّة غير تقليديّة (مثل التراكب أو التشابك) بسرعة لا تُقاس، فتبقى فقط النتائج المتوافقة مع القوانين الكلاسيكيّة (نيوتن، ماكسويل، النسبيّة).
- نتيجةً لذلك، لا نرصد فعليًّا سلوكًا "لا حتميًّا" أو "متراكبًا كموميًّا" في مدارات الكواكب أو التواء المجال الكهرومغناطيسي العياني؛ لأنّ تلك التأثيرات تُمحى فورًا عبر التفاعل مع البيئة وإحصاء المكونات.

ب. الانقلاب الكمومي وإعادة تعريف الو اقع الفيزيائي:

أولًا: الانقلاب المفاهيمي في فهم العالم الذري:

مع اكتشاف الظواهر الذرية وتحت الذرية، ظهرت قواعد جديدة، وتغيّر الفهم التقليدي لسلوك الجسيمات الذرية وتحت الذرية، فلم يعد بالإمكان **التنبؤ** بمصير هذه الجسيمات بدقة مطلقة (حتمية التنبؤ التي سادت في الفيزياء الكلاسيكية)، أي صار من غير الممكن الحديث عن "مسارٍ دقيق" للجسيم؛ لأن موقعه وزخمه باتا محكومَين بمبدأ عدم اليقين، بل أصبحت الجسيمات تُوصف عبر **احتمالات قياس** محددة تُعبِّرُ عنها الدالةُ الموجية (Wave Function) أي إنها تُعامل وفقا لمفهوم الدالة الموجية، حيث تُوصف (أو تُعامل) كسُحُب احتمالية بدلاً من كيانات ذات مواقع وسرعات (زخم) محددة، وأصبحت **احتمالاتُ القياس والتنبؤ** تحلُّ محلَّ الحتميّة الكلاسيكية.

دالة الموجة، والقياس، وانهيار دالة الموجة:

تُعرَّف المادة في ميكانيكا الكم من خلال خصـــائصـــها الفيزيائية الجوهرية (الكتلة، الطاقة، الزخم)، لكن لوصـف موقعها أو حالتها اسـتعملت دالة الموجة، (Wave Function)،المعيَّنَة بالحرف اليوناني psi، Ψ ، وهي واحدة من المفاهيم الأساسية في الفيزياء الكمومية. وهي صيغة رياضية تدل على كميةٍ متغيرةٍ تُعبر رياضيًّا عن جميع المعلومات المتاحة عن احتمالية وجود الجســيم الكمومي (مثل الإلكترونات والفوتونات، والبروتونات والكواركات وغيرها) في مكانٍ وزمانٍ محددين في مواقع مختلفة أو بخصــائص مختلفة، في ذلك الوقت المحدد. فمثلا بدلاً من وصــف الجســيم الكمومي بمواقع ثابتة محددة، كقولنا: إحداثيات موقعه (الموضــع) كذا، وسـرعته كذا (الزخم، والطاقة)، أو وصـفه بخصـائص ثابتة محددة في تلك اللحظة الزمنية (كالجسـيمية أو الموجية)، كما في الفيزياء الكلاســيكية، فإننا أصــبحنا نتحدث بدلا من ذلك في ميكانيكا الكم عن احتمالية تواجده في مكان معين (الموضــع وكمية الحركة أو الاندفاع، أو الطاقة والزمن)، كقولنا احتمال تواجده في الموقع الفلاني 70% مثلا، أو وصف حالة الجسيم (صفاته وخصائصه: الموجية أو الجسيمية) معينة، فنقول: احتمالية تواجده بخاصية موجية هو 40% مثلا، فترتبط قيمة الدالة الموجية للجسـيم عند نقطة معينة من المكان والزمان باحتمالية وجود الجسيم هناك في ذلك الوقت[12].

كل ذلك **قبل إجراء القياس أو الرصد أو التجربة عليه**.

فالدالة الموجية لا تصف موقعًا ثابتًا أو حالة ثابتة، بل تمثل انتشارًا لاحتمالات متعددة.

ولا تُمثِّل الـدالـة الموجيـة كيـانًـا ماديًّا حقيقيـاً بـالمعنى التقليـدي، أي إن قيم هـذه الـدالـة في أي نقطـة من الفضــــاء لا تعبر عن كمية مادية مباشــــرة، بل هي وصـــف رياضــي مجرد (تعبير عن عن **ســـعة الاحتمال (Probability Amplitude)** لوجود الجســيم في تلك النقطة) ويســـتعمل هذا الوصـــف لحســـاب وتحديد الاحتمالات المتعلقة بوجود الجسيم بموقع معيَّن أو حالته في لحظة معيَّنة.

معنى **ســـعة الاحتمال**: المربع المطلق للدالة الموجية $|\Psi(x)|^2$ ويُمثل **كثافة الاحتمال**، أي احتمال إيجاد الجســيم في موقع معين عند القياس. على ســبيل المثال، إذا أظهرت الدالة الموجية قيمة مرتفعة في نقطة معينة، فهذا يعني احتمالًا أعلى لوجود الجسيم عند تلك النقطة عند القياس.

حين نقول إن الدالة الموجية ليست ذات وجود مادي ملموس، أو نقول إنها ليست كياناً مادياً حقيقياً: فلأن الدالة الموجية لا تُقاس مباشـــرة، بل تُفسَّـــر عبر نتائج القياســـات التي نحصـــل عليها من التجارب (مثل تجربة الشــق المزدوج). ولا يمكن اعتبارها جســيمًا أو موجة مادية بالمعنى التقليدي، لأن وجودها مُعبَّرٌ عنه في شكل **احتمالات رياضية**، وليس كموقع (موضع) أو سرعة (زخم) محددة للجسيم قبل القياس.

---

[12] https://www.britannica.com/science/wave-function بتصرف شديد.

هذه الدالة الموجية **لا تعني غياب الكيان المادي**، بل تعني أن المعلومات الدقيقة عن موقع الجسـيم أو سـرعته غير متاحة إلا عند القياس. وعدم تحديد موقع الجسيم قبل القياس لا يعني أن الجسيم **غير موجود ماديًا**، أي لا يعني غياب وجوده المادي، بل يعني أننا **نجهل موقعه الدقيق** قبل القياس، وتُوفر الدالة الموجية صورة إحصائية تُخبرنا عن **احتمالية العثور عليه** في مواقع مختلفة.

هذا الجهل في تحديد الموقع يُفسَّـر كخاصـية جوهرية للطبيعة الكمومية، وليس كدليل على عدم وجود المادة نفسـها. إذن فإن الجسـيم يحتفظ بخصـائصـه المادية، مثل **الكتلة والطاقة والزخم (Momentum)** وهي خصائص مادية مؤكدة، حتى أثناء سلوكه الموجي، فالجسيمات الكمومية تحافظ على الخصائص المادية هذه طوال الوقت، وهذا يمثل **الفرق بين الموقع أو الزخم، وبين الكيان المادي**. وحتى في حال سـلوكها الموجي، فإن الجسـيمات يمكنها التفاعل مع البيئة أو مع جسـيمات أخرى، مما يؤكد وجودها المادي. **إذن**، فالسـلوك الموجي للجسـيمات لا يعني أن الجسـيم **غير مادي**؛ بل يعني أن الجسـيمات تتبع **قوانين احتمالية** بدلاً من قوانين حتمية.

<u>وعندما يتمّ القياس</u>، "ينهار" التراكب إلى نتيجة محدَّدة، فيظهر الجسـيم ككيانٍ جسـيميٍّ ذي موقعٍ أو طاقةٍ محدَّدة.

ملاحظة: لا يعني هذا أنّ الجسـيم "غير موجود" قبل القياس؛ بل إنّ معرفتنا بموقعه تظلّ احتماليّة، وتتحدّد النتيجة بدقّة عند رصدٍ فعليٍّ للجسيم.

التراكب الكمومي: الطبيعة المزدوجة للمادة:

إلى جانب خصـائصـها الأخرى، تُظهر الجسـيمات الذرية وتحت الذرية ظاهرة **التراكب الكمومي** (Quantum Superposition)، مما يعني أن الجسيم قبل القياس يوجد في أكثر من حالة محتملة في آن واحد، فالموجة الاحتمالية التي سـلكها الجسـيم عند عبوره من كلا الشـقين في نفس الوقت، في حالة عدم المراقبة، نتيجة لوجوده في حالة تراكب، امتدت وانتشـرت عبر المسـاحة المتاحة له، فظهرت خاصـية الجسـيم بصـورة سـلوك موجي، فكان احتمال وجود الجسـيم في كل نقطة، أي ليس في مكان محدد، ولكنه تراكب بين المواقع حتى يتم قياسه، ونتيجة لوجود التراكب فإن التراكب قد سمح للجسيم بإظهار السلوك الموجي، مثل التداخل الناتج عن مرور "الموجة" عبر كلا الشقين.

لكنه لا يتصـرف كموجة تقليدية، كموجة الماء أو الصـوت، إذ إنه ليس بتوزيع منتظم، ولا بتوزيع مسـتمر كتوزيع الموجة التقليدية، فالجسـيمات الكمومية تختلف، بدلاً من ذلك، تُظهر سـلوكًا مزدوجًا: موجي قبل القياس وجسـيمي بعد القياس. فالتراكب يُفسـر وجودها كموجة احتمالية متعددة الحالات قبل انهيار الدالة الموجية عند القياس، لذلك فهو ليس بسلوك موجي فقط، مع أن الجسـيمات أظهرت خصـائص موجية عند انعدام المراقبة.

والتراكب الكمومي يشمل ظواهر متراكبة سواء من حيث موقعها وزخمها، أو من حيث **امتلاكها لخصائص** **جسيمية (مثل التّصادم وتحديد الموقع)**، **وموجية (مثل التداخل والحيود)** في آن واحد، دون أن تحدد شكلًا واحدًا نهائيًا لسلوكها. هذا يعني أن الجسيم يوجد فعليًا في أكثر من **حالة محتملة** في نفس اللحظة، **حتى** يتم **رصده أو قياسه**. وعند إجراء القياس، **تنهار حالته الكمومية إلى حالة واحدة فقط من النتائج الممكنة**، وفقًا لما يُعرف بـ **تفسير كوبنهاجن** (وسنتناول هذا التفسير لاحقًا بالنقد والتحليل).

فقبل القياس، تكون الجسيمات في حالة تراكب، وتُظهر ظاهرة **ازدواجية الموجة والجسيم** (Wave-Particle Duality)، أي إنها تكون في حالة تراكب كمومي يوصف من خلال الاحتمالات، فتظهر فيها احتمالات السلوك الموجي والجسيمي معا، ولا يتحدد بشكل نهائي تصرفه كموجة أو كجسيم قبل القياس، بل يعتمد وصفها على **نوع التجربة وطريقة الرصد**. وهنا ينبغي التنبه بدقة إلى أن الجسيمات الكمومية **لا تتصرف كموجة وجسيم في الوقت نفسه فعليًا؛ ولا ينبغي الظنُّ بأنّ الجسيم "موجة وجسيم" في وقت واحد بالمعنى الكلاسيكي، بل يكون في حالة تراكبٍ احتماليٍّ تتجلّى خصائصُها عند القياس، أي هي تُظهر خصائص موجية أو جسيمية وفقاً للتجربة** أو **بحسب طريقة القياس** التي نستخدمها عليها.

مثال مبسط: تخيل عملة رميتها في الهواء:

- في العالم العادي، ستسقط إما على وجه أو ظهر.
- أما في العالم الكمومي، فالعملة ستكون "وجهاً وظهراً معًا" في حالة تراكب إلى أن تراها!

مثال آخر: جزيئات الماء تتقيد بمواقع ثابتة في شبكة بلورية فتظهر في صفات جسيمية واضحة لها شكل ثابت، وحجم ثابت في حالة التجمد، بينما في الحالة السائلة تتحرك بحرية أكثر فتظهر بصفات جسيمية وموجية من حيث الانتشار، وفي الحالة الغازية تزيد حركة الجزيئات حرية، كل هذا بناء على الظروف المحيطة،هذه التحولات لا تُغيّر من هوية الجسيمات نفسها، لكنها تغيّر: المسافات بينها، وطاقاتها، وحرية حركتها. وبالتالي: تُظهِر خصائص مختلفة (جسيمية أكثر في الصلب، موجية أكثر في الغاز من حيث الانتشار، وإن كانت ليست كمومية بالمعنى الدقيق). إذن فالحديث عن إظهار الجسيمات الكمومية **خواص** موجية أو جسيمية وفقا للتجربة، لا أنها جسيمات وموجات في وقت واحد.

تجربة الشق المزدوج

تُعد تجربة الشـــق المزدوج واحدة من أكثر التجارب إثارةً في الفيزياء الحديثة، وهي من أبرز التجارب التي كسرت رؤية الفيزياء الكلاسيكية وأكّدت الطبيعة الكمومية للواقع على المستوى الذري وما تحت الذري، حيث تكشف عن الطبيعة الغامضة للواقع الكمومي. في هذه التجربة، يتم إرسال حُزم من الفوتونات (الضوء)، أو الإلكترونات، باتجاه حاجز يحتوي على شقين صغيرين مفتوحين، ثم تُرصَد أنماط وصولها على شاشة خلفية.

- **عند عدم مراقبة الجسيمات** لحظة عبورها الشقوق، تمر الفوتونات أو الإلكترونات عبر الشقين معا، وتُنتج على الشاشة خلف الحاجز أنماط **تداخلٍ** موجيٍّ مميز، مشابه لما يحدث عند مرور موجات الماء. وكأن الجسيم يمر عبر الشقين معًا بطريقة موجيّة إذ يتمثل هذا النمط بظاهرتي **التداخل**: (Interference) أي ظهور أنماط تشبه الأمواج عند مرورها من شقين، وظاهرة **الحيود:** **(Diffraction)**أي انحناء الموجات حول العوائق وانتشارها عبر الفتحات، يُشير هذا النمط إلى أن الجسيمات تتصرف كموجات تعبر من الشقين معًا في حالة تراكب كمومي.
- **عندما يتم وضع جهاز رصد (مراقبة) عند أحد الشقين لمعرفة أيّ شقٍّ عبره الجسيم**، يتغير السلوك تماما، وفجأة تختفي أنماط التداخل وتُظهر الجسيمات نمطًا يُشبه مرور **جسيمات صلبة عبر أحد الشقين فقط**، فتُظهر الخصائص الجسيمية مثل التصادم وتحديد الموقع عند القياس. وكأن المراقبة فرضت عليها أن تتصرف **كجسيمات فقط** بدلاً من موجات.

هذا السلوك يُفسَّر بأن الجسيم يُمثل دالة موجية، وهي ليست كيانًا ماديًا محددًا، بل معادلة رياضية مجردة تُحدد احتمالات وجوده في مواقع مختلفة. وهذا التحول يُعرف باسم "**انهيار الدالة الموجية**".[13] **(Collapse of the Wavefunction) (أي تنهار حالة التراكب الكمومي، فيتغير الجسيم الكمومي من حالة متعددة الاحتمالات، وغير محددة (وصفت بواسطة الدالة الموجية) أي من حالة التراكب الكمومي، إلى حالةٍ واحدةٍ محددةٍ** نتيجة تفاعل القياس مع الجسيم، أو نتيجة التفاعل مع الراصد **(وفق تفسير كوبنهاجن)، تُلاحظ فيها القيمة الخاصة بالقياس.**

فعملية القياس تجبر الجسيم على الانتقال من حالة متعددة الاحتمالات وغير محددة (وصفها رياضيًا بالدالة الموجية) إلى حالة وحيدة محددة فعليًا قابلة للرصد (مثل موقع محدد أو طاقة محددة أو زخم

---

[13] انهيار دالة الموجة هو مفهوم مهم في فيزياء الكم يرتبط بعملية القياس. في الفيزياء الكمومية، الجسيمات الصغيرة مثل الإلكترونات والفوتونات يُصفّر وضعها وحالتها عندما تجرى عملية القياس عليها. وهذا يعني أنه عندما تُجرى قياسات على نظام كمومي لمعرفة خاصية معينة لهذا النظام، تنهار دالة الموجة للنظام من حالة تمثل جميع الاحتمالات إلى حالة محددة تُظهر القيمة المقاسة للخاصية بدقة.

عندما يكون الجسيم في حالة عدم التحديد أو حالة "التموج الكموني"، يُمثلها دالة الموجة بمجموعة من الاحتماليات لقيم مختلفة يمكن أن تُقاس. ولكن عندما تُجرى عملية القياس لقياس خاصية معينة، فإن النظام ينهار إلى حالة محددة تظهر قيمة واحدة فقط. هذا التحول المفاجئ من التموج إلى حالة محددة يُعرف بانهيار دالة الموجة.

محدد)، هذه الحالة "النهائية" تُظهر النتيجة الخاصة بالقياس، وتكون **جسيمية بالمعنى العياني** (موقع، طاقة، زخم...)، **وليست موجية**.

عند هذه النقطة، يظهر الجسيم في **مكان محدد بالفعل**، أو بحالة معينة بوضوح، وهو ما يعتبر تغييرًا كبيرًا في سلوك الجسيم في عالم الكم.

هذا الانهيار الكمومي يؤدي إلى أن الجسيم لا يعود يتصرف كموجة عند القياس، بل فقط كجسيم له خصائص محددة يمكن قياسها. والمعادلات الكمومية (مثل **معادلة شرودنجر**) والتي تصف كيف تتطور الدالة الموجية بين القياسات، لكنها لا تحدد نتيجة القياس نفسه؛ النتيجة تظهر لحظة القياس مع انهيار الدالة.

الجسيم لا "ينهار" إلى "موجة" أبدًا، بل ينهار إلى قيمة محددة (جسيمية) نتيجة القياس.

السلوك الموجي هو ما يظهر **قبل** القياس، عندما نصفه بالدالة الموجية كتراكب احتمالات.

إذن: انهيار الدالة الموجية = إلغاء التراكب الكمومي = تحديد قيمة جسيمية observable، مثل تحديد موضع الإلكترون على الشاشة أو طاقته في تجربة.

في تجربة الشق المزدوج، إذا وضعنا جهازًا لمراقبة أي شق مر منه الجسيم، فإن نمط التداخل يختفي تمامًا، ويتصرف الجسيم كما لو كان مجرد جسيم صلب يمر من أحد الشقين دون أي أثر للسلوك الموجي. وبذلك نؤكد أن الجسيم الذي كان قبل الرصد **يمتلك إمكانية إظهار خصائص موجية أو جسيمية** بناءً على القياس أو التجربة، لكنه عند الرصد لا يظهر خصائص موجية وجسيمية معًا، بل يتصرف دائمًا كجسيم (فقط، متخليا عن سلوكه الموجي) فيغدو جسيما محدد الموقع والطاقة.

هذا النمط من السلوك مشابه لفكرة **قطة شرودنجر**[14] الشهيرة: حيث توجد القطة داخل الصندوق، قبل فتحه، في حالة تراكب كمومي (من الناحية الاحتمالية) تجمع بين الحياة والموت كاحتمالين متزامنين. ولكن بمجرد فتح الصندوق (أي إجراء القياس)، تنهار الحالة التراكبية، فنجد القطة إما حيةً أو ميتةً، وليس الاثنتين معًا. هذا يبرز أن:

الجسيمات الكمومية قبل القياس تعيش في احتمالات، لا في حالات محددة، فعل القياس هو ما يُحدد الحالة النهائية. بناءً على ما سبق، يتضح أن الجسيمات الكمومية لا تختار سلوكها كموجة أو كجسيم إلا عند

[14] قطة شرودنجر هي تجربة تخيلية ابتكرها العالم النمساوي "إرفين شرودنجر" لتوضيح مدى غرابة بعض مفاهيم ميكانيكا الكم. تخيَّل أن نضع قطة داخل صندوق مغلق، ومعها جهاز يحتوي على **مادة مشعة**، وإذا تحللت هذه المادة (وهو أمر عشوائي في العالم الكمومي)، فإنها تطلق جسيمًا يؤدي إلى تفعيل آلية تَكسِر زجاجة سمّ، فتَقتل القطة. حسب ميكانيكا الكم، قبل أن نفتح الصندوق، لا يمكننا القول إن المادة تحللت أو لم تتحلل، بل هي في حالة تراكب كمومي، أي إنها في حالتين في الوقت نفسه. ونتيجة لذلك، تكون القطة – من وجهة نظر كمومية – حية وميتة في آنٍ معًا! لكن، عندما نفتح الصندوق (أي نجري القياس) وننظر، نراها إما حية أو ميتة، وتنتهي حالة التراكب فجأة. السؤال المحيّر: هل كانت القطة بالفعل في حالتين معًا؟ أم أن فعل "الملاحظة" هو ما جعلها تختار واحدة؟ هذه التجربة تسلّط الضوء على مشكلة كبيرة في ميكانيكا الكم تُسمى مشكلة القياس، وتثير أسئلة عن: متى "ينتهي" العالم الكمومي وتبدأ "الواقعيات" التي نراها؟ وهل الوعي أو الملاحظة هو ما يصنع الواقع فعلاً؟

القياس، وأن حالة التراكب قبل القياس تصف مجرد احتمالات، لا خصائص ثابتة. وطبيعة التفاعل مع جهاز القياس، هي التي تحدد الصفة النهائية التي يظهر بها الجسيم.

ولا يقتصر هذا السلوك الكمومي على الإلكترونات، بل يشمل جميع الجسيمات التي تُكوّن المادة أو تحمل القوى، مثل البروتونات والنيوترونات والكواركات والجلونات.

تشير نظرية الديناميكا اللونية الكمومية (QCD) إلى أن الكواركات والجلونات تخضع أيضًا لقوانين الكم، وتُظهر سلوكًا تراكبيًا واحتماليًا مشابهًا للإلكترونات. أُثبتت هذه الخصائص من خلال تجارب متعددة، مثل تجربة الشق التي أبرزت السلوك الموجي للجسيمات، وتجارب مصادم الهادرونات الكبير (LHC) التي أكدت السلوك الكمومي للكواركات والجسيمات عالية الطاقة والجسيمات دون الذرية تحت ظروف شديدة التعقيد.

تُثير هذه الظاهرة سؤالًا فلسفيًا عميقًا: هل تُحدِّد عملية القياس "واقع" الجسيم؟ وأسئلة حول دور الراصد أو الوعي في تحديد الواقع.

ماذا يعني "يظهر الجسيم كموجة أو كجسيم حسب طريقة الرصد"؟

الشرح الدقيق:

الجسيم (مثل إلكترون أو فوتون) قبل القياس، موجود في حالة تراكب واحتمالات (تُوصف بالدالة الموجية).

طريقة تصميم التجربة أو القياس هي التي تحدد أي خاصية "تُظهر" عند الرصد:

نوع التجربة / طريقة الرصد	السلوك الظاهر	النتيجة
تجربة لا تحدد المسار (أي شق مر منه الجسيم)	سلوك موجي	نحصل على **نمط تداخل**
تجربة تحدد المسار (مثلاً نضع جهاز مراقبة عند الشق)	سلوك جسيمي	نحصل على **نمط جسيمات**

إذن: **في تجربة الشق المزدوج دون مراقبة**: إذا أرسلت إلكترونات أو فوتونات عبر شقين بدون وضع أي جهاز مراقبة لمعرفة أي شق مرّ به الجسيم، فإنها "تتصرف كموجات، تُنتج نمط تداخل interference على الشاشة (مثل الأمواج التي تتداخل مع بعضها)، فالدالة الموجية تمر من الشقين معًا (تراكب)، وتتداخل مع نفسها.

في تجربة الشق المزدوج مع المراقبة: إذا وضعت جهاز مراقبة يكشف أي شق عبره الجسيم (حتى لو لم تسجل البيانات)، يختفي نمط التداخل، ويتصرف الجسيم كجسيم عادي، كأنه عبر من شق واحد فقط، فتظهر نقاط متفرقة على الشاشة، وليس نمط تداخل.

التصرف الموجي لا يعني أن الجسيم نفسه أصبح "موجة مادية"، بل أن دالة الاحتمالات (Ψ) تتصرف كسلوك موجي، هذه الدالة الموجية ليست مادة صلبة ولا جسيمًا، بل تعبر عن **احتمالات**. **أي إنها ليست**

طبيعة مادية بل احتمالية. مع ذلك، فالجسيمات تحتفظ بخصائص مادية (كتلة، وطاقة، وزخم) حتى وهي في حالة تراكب.

أما عند القياس، فنتعامل مع "نتيجة محددة" تنتمي لمجال القيم المسموح بها في الكم.(Discrete Values)

إذا قسنا الجسيم، يتجلى سلوكه الجسيمي المحدد دون فقدان مادِّيته، كمثال، فإن الإلكترون سيصطدم بالشاشة فيسجل كنقطة محددة.

انهيار الدالة الموجية: أين المشكلة؟

هنا ظهر التناقض: فمعادلة شرودنجر تصف تطورًا حتميًا منتظمًا، بينما القياس ينتج تغيرًا فوريًا وغير حتمي: انهياراً فجائياً إلى حالة واحدة، كيف يحدث هذا؟ لماذا؟ لا تجيب ميكانيكا الكم عن هذا السؤال حتى اليوم إجابة حاسمة.

الفصل الثالث: هل نفت فيزياء الكم الو اقع المادي؟

الو اقعية وتقابلها الوضعية - التأثير السايكولوجي لتأويل كوبنهاجن:

"لطالما كان توصيف الواقع أنطولوجِيًّاً (وُجودياً) أحد أهم الأهداف الأساسية للفيزياء، ولأجل توصيف الواقع كانت النظرة الأنطولوجية الكلاسيكية تعتمد على مفاهيم "الجسيمات Particles"، و"القوى Forces"، و"المجالات Fields"، التي تتفاعل معاً طبقاً **لقوانين معلومة**، لكن هذا الاتساق الذي قامت عليه الفيزياء الكلاسيكية أضحى غير ممكن في فيزياء الكم، أي في عالم الجسيمات الذرية وما تحت الذرية، إذ إن فعل **القياس أو الرصد** يؤدي غالباً إلى تغيير عميق في حالة الشيء المرصود (في النطاق الكمي، أي للجسيمات دون الذرية)، وتخبرنا فيزياء الكم أن الصفات التي يُحتمل أن يتصف بها ذلك الشيء ربما تعتمد على ما يجري قياسه بالفعل! ونتيجة لذلك أصبحت صفات النظام الفيزيائي المعين وخصائصه المحددة (كموضع الجسم المتحرك، أو سرعته) تسمى بكلمة "مرصودة، أو قابلة للرصد Observable"، في إشارة إلى أن هذه الصفات المعينة "**تستمد و اقعيتها**" من عملية الرصد أو القياس! واندفع البعض لاعتقاد أن الحقيقة الوحيدة هي العقل البشري الراصد، وأن سائر الأشياء -بما في ذلك الكون كله- مجرد وهم!، ولتجنب تلك النتائج، ظهرت عدة نظريات أنطولوجية واقعية تحاول أن تتسق مع النتائج التجريبية لفيزياء الكوانتم، واقترحت فرضيات أخرى أن كوننا ليس الكون الوحيد، وأننا لو سلمنا بوجود عدد لانهائي من الأكوان فسوف "**نستعيد الو اقعية والحتمية**[15]"، واقترحت فرضيات أخرى أن نظرية الكوانتم ليست النظرية النهائية المكتملة لفهم الكون، على الرغم من نجاحاتها الواضحة"[16]

"إذن أضحى السؤال المهم أنطولوجياً: "هل يمكن الحديث عن واقع موضوعي (مادي) مستقل عن أي عملية رصد في ميكانيكا الكم؟"وأضحى الخيار بين "واقعية آينشتاين"، و"وضعية نيلز بور"، وبين هذين التصورين نشأ جدل فلسفيٌ خصبٌ استمر لعقود، ووضعية نيلز بور قوامها **تأويل كوبنهاجن**، وأهم ما يميز هذا التفسير هو اتجاهه الفلسفي القائل باختفاء الحدود ما بين الذات وموضوعها، قال بور "من الخطأ أن نفكر بأن مهمة الفيزياء هي **اكتشاف حال الطبيعة**، فالفيزياء تتعلق بما يمكن أن نقوله عن الطبيعة" ويتميز تفسير هذه المدرسة بإنكار الصفة الواقعية لمكونات العالم الصُّغْرَوي، والقول بأن كلمة الواقع Reality، ليس لها معنى في ذاتها، إذ نأى أنصار مدرسة كوبنهاجن بأنفسهم عن تناول **مفهوم الو اقع كحقيقة موضوعية**،

---

[15] من هنا ترى في أفلام الخيال العلمي التي يشارك في كتابة نصوصها علماء فيزياء أن ابطال الأفلام حين "الانتقال من كون إلى آخر" يجدون فيه نسخة مطابقة للأحداث والأشخاص الذين على الأرض، فيجدون نظراءهم في الكون الآخر، أو يستعيدون حدثاً جرى في الماضي، أو سيحدث في المستقبل، فهذا من باب افتراض الأكوان المتعددة بغية استعادة الواقعية، والحتمية، وأصل الفكرة أتى من فكرة قطة شرودنجر، ومحاولة تفسيرها بالأكوان المتعددة.

[16] فيزياء الكوانتم حقيقة أم خيال، تأليف أليستر راي، ترجمة أسامة عباس، إصدار مركز براهين، ص 28.

فميكانيكا الكم بالنسبة لهم فعالة نظرياً وإلى حد بعيد تجريبياً، فدالة الموجة مثلا ما هي إلا أداة للتنبؤ تمكننا من حساب مختلف احتمالات القياس، وليست كياناً موضوعياً موجوداً في الطبيعة. ولم تقبل مدرسة كوبنهاجن الفصل الموضوعي بين الشيء المقاس (الحادث الفيزيائي) وأداة القياس (كما درجت مفاهيم الفيزياء الكلاسيكية على ذلك الفصل)، واعتبروا أن تطبيق مفاهيم الفيزياء محددٌ بعلاقات الارتياب (عدم اليقين)، إذن، فالظواهر المدروسة في هذا المستوى الذري لا تمتلك واقعاً مستقلاً بذاته، بل الظواهر **لا توجد** إلا بالنسبة لذات تختبرها وتجرب عليها، فالفيزياء الكمية إذن **لا تصف الواقع كما هو في ذاته**، وإنما **تصف تفاعل الذات مع العالِم الفيزيائيّ**، بينما آينشتاين يفصل بين الـمُدْرِكِ (الراصد) وبين الـمُدْرَكِ (المرصود)، فالعالم الواقعي مستقلٌ وله **وجود فعلي حتى ولو لم تلاحظه**.

تفسير كوبنهاجن[17]: هو من أحد أكثر التفسيرات شيوعاً في ميكانيكا الكم، ويفترض التفسير أن **ميكانيك الكم لا تسفر عن وصف الظواهر الطبيعية بشكل موضوعي**، ولكن **تتعامل فقط مع احتمالات الرصد والقياس**، ولعل أغرب فروض هذا التفسير أن عملية القياس تؤثر على سلوك النظام الكمي بمعنى أن عملية القياس تسبب ما يعرف بـ"انهيار الدالة الموجية"، وقد وضعت المفاهيم الأساسية لهذا التفسير من قبل نيلز بور وفيرنر هايزنبرج وماكس بورن وغيرهم في السنوات 1924-1928م.

"يقول أليستر راي: "نرى أن "تأويل كوبنهاجن" يتضمن ثورة كاملة في أفكارنا مقارنة بالمقاربة الكلاسيكية، وقد اعتقد "نيلز بور" أننا **مضطرون للقبول بهذا التأثير السايكولوجي** بسبب تطور فيزياء الكوانتم. **إن معظم مناهج الجامعات الآن تبدو كما لو كانت تهدف إلى تأهيل الطلاب للتفكير بهذه الطريقة غير المعهودة**، وربما تؤدي الصعوبة الكامنة في وجهة نظر كوبنهاجن إلى زيادة الانسياق خلفها، **لأن الطالب قد يرجع شكوكه في تلك الطريقة إلى قصور فهمه، بدلا من أن يظن أن الخلل موجود في الحجج نفسها**" لذلك يقول الفيزيائي الشهير موراي غيلمان Murray Gell–Mann في حفل حصوله على جائزة نوبل في الفيزياء: "لقد استطاع "نيلز بور" أن يغسل أدمغة جيل كامل من الفيزيائيين وأقنعهم أن المشكلة قد حُلت بالفعل"[18].

"إن أي دراسة جادة لنظرية فيزيائية يجب أن تأخذ في الاعتبار عامل الفصل بين الواقع الموضوعي، المستقل بطبعه عن أية نظرية، والمفهوم الفيزيائي الذي تعمل من خلاله النظرية" بهذه الكلمات بدأ ألبرت آينشتاين مع بوريس بودولوسكي وناثن روزن ورقتهم العلمية، التي نشرت في مارس 1935، واشتهرت فيما بعد باسم الـ"EPR"، أول حروف من أسمائهم، والتي قررت أن "النظرية الكمية غير مكتملة".

---

[17] راجع رأي البروفيسور روجر بنروز في لقاء مع البروفسور جوردان بيتيرسون حول ميكانيكا الكم، إذ -بحسب رأي بنروز- **نحن نفهم بشكل كاف أن العالم لا يشتغل بهذه الطريقة**.

[18] فيزياء الكوانتم حقيقة أم خيال، تأليف أليستر راي، ترجمة أسامة عباس، إصدار مركز براهين، ص 115 بالهامش.

بينما مهمة فيزياء الكم بالنسبة لجماعة بور هي تقديم الوصف الرياضي للظواهر المدروسة بحيث يتوافق هـذا الوصــف مع معطيات التجربة، **بغض النظر عما يحدث في الواقع**، وهـذا يعني أن المدرسـة **تنفي الواقعية**.

قال بور "لا يوجد عالم كمومي، هناك فقط وصف كمي مجرد، فالواقع يُخلقُ ويَنبثقُ من الملاحظة".

أما آينشتاين، فانطلق من أن العقل يمكنه فهم حقيقة الواقع الموضوعي، وأن يدرك النظام الدقيق الذي يحكمه، وأن كل عنصر من الواقع الفيزيائي يجب أن يكون له مقابل في النظرية الفيزيائية.

ولا بد أن تتصف النظرية الفيزيائية عند آينشتاين بأربع خصائص أساسية، وهي الواقعية، والاكتمال،[19] والتموضـع (أي **المحلية**)، والحتمية، لكن بور رفض فكرة المحلية، وقال إن ميكانيكا الكم ليسـت محلية"[20] وبالفعل أثبتت تجارب التشابك الكمومي اللامحلية.

يقول روجر بنروز: "فإذا كنا ننوي إذن الغوص عميقا في إحدى مسـائل الفلسـفة الأسـاسـية التي يمكن صياغتها على الصورة التالية: **كيف يسير عالَـمُنا فعلا**؟ وما الذي يكوّن عقلنا الذي هو، في الواقع، نحن ليس إلا؟ فما علينا عندئذ إلا أن نتوصـل إلى تفهم النظرية الكمومية التي هي أكثر النظريات الفيزيائية دقة وغموضا، ومع ذلك، ربما زودنا العلم يوماً ما بفهم أعمق مما تزودنا به النظرية الكمومية، وإن رأيي **الشخصي أن النظرية الكمومية نفسها ليست سوى حلا موقتا**، وهي **غير ملائمة لتقديم صورة وافية للعالم الذي نعيش فيه**،... لكن لدى الفيزيائيين النظريين المختلفين لسـوء الحظ آراء مختلفة جدا، حول حقيقة هذه الصـورة، فهناك العديد من الفيزيائيين الذين يتبعون خطى العالم الشـهير نيلز بور، **يعتقدون** أنه **لا توجد صـورة موضـوعية أصـلا للأشـياء**، فليس هناك، في الحقيقة، أي شـيء "**خارجنا**" في المسـتوى الكمومي، أما **الواقع فينشـأ بطريقة أو بأخرى بفضـل نتائج القياس فحسـب**! وعند مؤيدي وجهة النظر هذه لا تقدم النظرية الكمومية سـوى إجراءات حسـابية **ولا تدعي أنها تصـف العالم كما هو بالفعل**، لكن هذا، في رأيي، **موقف انهزامي جدا**، لذلك سـوف أسـلك طريقا أكثر إيجابية تعزو للوصـف الكمومي حقيقة فيزيائية موضـوعية هي الحالة الكمومية، هناك **معادلة دقيقة جدا** هي معادلة شـرودنجر **تبين أن تطور الحالة الكمومي الزمني هو تطور حتمي تماما**، لكن ثمة شـيء غريب جدا في العلاقة بين الحالة الكمومية التي تتبع هذا التطور الزمني والسـلوك الفعلي للعالَم الفيزيائي كما يتحقق عند رصـدنا له، فمن حين لآخر، وفي كل مرة نعتبر فيها أن قياسـاً قد أجري، يجب أن نترك الحالة الكمومية التي كنا نحسـب تطورها بكل تؤدة، فهي لن تفيد بعدئذ إلا لحسـاب مختلف الاحتمالات لأن تقفز الحالة إلى هذه أو تلك **من مجموعة الحالات الممكنة الجديدة**، وهناك إضـافة إلى غرابة هذا القفز الكمومي، مشـكلة معرفة ماهية الترتيب، أو الجهاز الفيزيائي

[19] يعني بالاكتمال: هل الوصف الذي تقدمه النظرية مكتمل؟

[20] مفهوم الواقع في فيزياء الكم بين التفسر العقلاني والتفسير الواقعي، بومعيزة فوزي، دحدوح رشيد، مجلة العلوم الإنسانية والاجتماعية المجلد 6 العدد 1، جوان 2020. بتصرف.

الذي يتيح لنا أن نقرر قياســا قد أجري بالفعل، فأداة القياس في نهاية المطاف هي ذاتها مؤلفة من مكونات كمومية وينبغي لها إذن أن تتطور هي الأخرى، وفقا لمعادلة شـرودنجر الحتمية!"[21] إذن: يسـلط بنروز الضـوء على مشكلة القياس، ومشكلة انهيار دالة الموجة، وأثرها على دقة النظرية الكمومية، وعلى تصور العالم.

يقول روجر بنروز: "لقد قامت أفكار آينشـتاين بدور أســاســي في تطور النظرية الكمومية، ونذكر أنه هو الذي كان أول من اقترح منذ 1905 مفهوم الفوتون (كم الحقل الكهرومغناطيســي)، والذي نشــأت منه فكرة المثنوية موجة-جســيم، إلا إن آينشــتاين لم يســتطع أبداً قبول النظرية التي تطورت فيما بعد بدءاً من هذه الأفكار، وكان دوما ينظر إلى هذه النظرية على أنها ليســت ســوى **مرحلة مؤقتة** بانتظار التوصــل إلى وصــف حقيقي للعالم الفيزيائي، فقد كان مقته للسـمة الاحتمالية لهذه النظرية معروفاً جيداً، يقول آينشـتاين أيضـا في جوابه على إحدى رســائل ماكس بورن عام 1926 (وهو مذكور في Pias 1928 ص 443): "إن ميكانيك الكم يثير إعجابي حقاً، لكن صـوتاً داخلياً يقول لي **أنه ليس بعد الشـيء الصـحيح**، ومع أن النظرية مثمرة وتفسـر أشــياء كثيرة لكنها لا تكاد تقربنا من ســر الإله، وإنني على أية حال، مقتنع **أن الإله لا يلعب النرد**" ويبدو على كل حال أن الشــيء الذي كان يقض مضـجع آينشــتاين أكثر من هذه **اللاحتمية الفيزيائية**، هو **النقص الظاهري في الموضـوعية** في الطريقة التي يجب أن توصــف بها النظرية الكمومية، لقد بذلت جهدي -والكلام لروجر بنروز- أثناء عرضي كله حتى الآن لهذه النظرية أن أؤكد أن وصف العالم كما تقدمه النظرية هو **وصف موضوعي**، على الرغم من أنه في بعض الأحيان غريب ومناف للبديهة"[22].

إذن، فروجر بنروز يؤيد الوصف الموضوعي للأجسام في ميكانيكا الكم.

هل تفقد الجسيمات صفتها المادية إذا لم نستطع التنبؤ بدقة بموقعها؟

لا، الجسيمات لا تفقد صفتها المادية حتى في غياب القدرة على التنبؤ بدقة بموقعها، بل تظهر للجسيمات خصائص مزدوجة: موجية (التداخل والحيود)، وجسيمية (التصادم وتحديد الموقع عند القياس). في ميكانيكا الكم، تُفسَّــر المادية بطريقة أكثر عمقًا ومرونة مقارنة بالتصــور الكلاســيكي للمادة، مما يُتيح الجمع بين الســلوك الموجي والجســيمي دون نفي وجود الجســيم كمادة. أي إن الجســيمات لا تفقد مادِّيَّتها. بل تمتلك خصائص موجية وجسيمية في الوقت نفسه.

السـلوك الموجي يُفسـر (يشـير إلى) انتشـار الاحتمالات وليس فقدان الوجود المادي، بينما تُظهر القياسـات السـلوك الجسـيمي عند انهيار الدالة الموجية. فعندما تنهار الدالة الموجية عند القياس، تتجلى خصـائصـها الجسـيمية المحددة وتُصـبح قابلة للتحديد بدقة أي عند القياس، تنكشـف الطبيعة الجسـيمية فورًا دون

---

[21] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 277.

[22] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 333-334

فقدان الأصل المادي. مثال: عندما يصطدم إلكترون بشاشة الكشف، يُسجل كنقطة محددة، وهو سلوك جسيمي يُظهر موقعه المادي.

سبب القول أن ميكانيكا الكم "تنفي الو اقع":

يمكن تلخيص سبب القول إن ميكانيكا الكم "تنفي الواقع" أو تجعلنا نظنّ أن "الواقع قد يكون وهمًا" بالنقاط الرئيسة الآتية:

1. اللايقين وغياب حالةٍ محدّدة قبل القياس

- في الفيزياء الكلاسيكيّة، نفترض أنّ للأشياء حالةً واقعيّةً ومحدّدةً (موقعا وسرعة...) بصرف النظر عن رصدنا لها. أمّا في ميكانيكا الكم، فتقول إنّ الجسيم لا يمتلك "موضعًا" أو "سرعةً" بعينها قبل القياس، بل يُوصف بتراكبٍ احتماليٍّ (دالة موجيّة)، ولا تُصبح قيمته محدّدةً إلا عند إجراء القياس.
- هذا يقود بعض المفسِّرين إلى القول: "لا توجد حقيقة فيزيائيّة مستقلّة ما دامت ترتبط بفعل القياس." ومن هنا قيل إنّ الواقع (كما نفهمه) قد يكون بلا معنى قبل الرصد.

2. دور الراصد (أو القياس) في "صناعة" النتيجة:

- يفهم كثيرون من تفسير كوبنهاجن (على خطى نيلز بور) أنّ "القياس" نفسه هو الذي يحدِّد أي حالةٍ تُختار من حالات التراكب؛ أي إن القياس يُجبر الجسيم على اتخاذ صفة معينة، أي إنّ دالة الموجة "تنهار" عند الملاحظة، ما يوحي بأنّ "الواقع" لا يكون متحقّقًا إلا بالتفاعل مع الراصد.
- هذا يجعل البعض يرى أنّ "الواقع الموضوعي" خارج الذهن قد لا يكون موجودًا بالصورة التي نتخيلها، بل ينشأ (أو يُصاغ) عند حصول المراقبة.

3. التراكب الموجي والازدواجيّة

- حين نقول إنّ الجسيم "في كل المواقع المحتملة" أو "يتصرّف كموجة وكجسيم في آنٍ معًا" قبل القياس، فإنّ ذلك يتعارض جذريًّا مع الحسّ الكلاسيكي القائل بوجوب وجود الشيء إمّا هنا أو هناك.
- لذا ظهر تفسيرٌ فلسفيّ يذهب إلى أنّنا لسنا إزاء "واقعٍ ماديٍّ صلب"، بل إزاء احتمالاتٍ واحتمالات فقط، ولا "يتعيّن" أيٌّ منها إلا بالمشاهدة أي إن الواقع قبل القياس يبدو كاحتمالات فقط.

هل نفت فيزياء الكم الو اقع؟

أ. المدرسة الوضعية (تأويل كوبنهاجن)

وقف نيلز بور وفيرنر هايزنبرج وماكس بورن على أنّه لا مجال للحديث عن "واقعٍ موضوعيّ مستقلٍّ" على المستوى الذرّي وما دونه، وأنّ ميكانيكا الكم لا تُخبرنا بشيء عن حقيقة العالم "في ذاته"، بل تهتمُّ بحساب احتمالات القياس (Observables)، وبحسب هذه الرؤية (وتُعرف بتفسير كوبنهاجن):

1. **لا وجود للصفة الو اقعية** بمعزلٍ عن الراصد.
2. **القياس يخلق الو اقع**؛ إذ إنّ الدالة الموجية تنهار لحظةَ القياس، فتحصُل نتيجة من بين نتائج ممكنة.
3. **لا يُعتَدّ بالسؤال** عمّا "يفعله" الجسيم في غياب الرصد، فميكانيكا الكم تُعطي فقط احتمالاتٍ لكيفيّة ظهور النتائج عند الرصد.

يرى بعض منتقدي هذا التفسير أنّه ذو تأثير "سايكولوجي" قد يدفع بعض الفيزيائيين إلى القبول بحلول غامضة خوفًا من الاعتراف بوجود خللٍ جوهريٍّ في فهمنا للواقع، وقد وصف الفيزيائي الشهير موراي جيل-مان موقف بور بأنّه "غسلٌ لعقول جيلٍ كامل من الفيزيائيّين".

ب. الو اقعية عند آينشتاين

رفض آينشتاين الاستغناء عن الواقع الموضوعي المستقل عن الراصد. وفي ورقته الشهيرة EPR (المعروفة بأسماء مؤلفيها الثلاثة: آينشتاين وبودولسكي وروزن)، خلص إلى أنّ ميكانيكا الكم "نظرية غير مكتملة"؛ لأنها لا تزوِّدنا بوصفٍ موضوعيٍّ تامٍّ للعالَم، بل تعتمد في بنيتها على الاحتمالات وغياب المحلية.

طالب آينشتاين بأن تكون النظرية الفيزيائية:

1. **و اقعية** :كل عنصرٍ من عناصر الواقع الموضوعي يجب أن يقابله عنصرٌ فيزيائيٌّ في النظرية.
2. **مكتملة** :النظرية ينبغي أن تُحدِّد جميع الخصائص دون الاعتماد على المصادفة.
3. **محلّية (تموضع)** :يستحيل التأثير الفوري عن بُعد.
4. **حتميّة** :الأحداث لا تُترَك للصدفة.

دخل آينشتاين في جدلٍ مع بور، وكان يكرر قوله بأنّ "الله لا يلعب النرد"، كما استهجن كون القياس هو الذي "يخلق" خواصّ الجسيمات.

دالة الموجة، والقياس، وانهيار دالة الموجة -ميكانيكا الكم نظرية غير منسجمة مع بعضها:

يثير الانهيار الكمومي الأسئلة حول طبيعة الواقع وتفاعل القياس البشري مع العالم الكمومي. هل ينتج القياس البشري عن الإدراك الفعلي للواقع؟ أم إن الجسيم الكمومي يكون في كل الحالات الممكنة حتى يتم قياسه وينهار بعدها إلى حالة واحدة فقط؟ هل ينبغي أن نفهم الدالة الموجية على أنها وصف احتمالي لمكان الجسيم، أم إنها تعبر عن حقيقة موجودة (أي و اقعية)، وموجودة في عدة أماكن في نفس الوقت؟ تعددت التفسيرات والتصورات حول هذه الظاهرة، وما زال العلماء يبحثون عن فهم طبيعة الانهيار الكمومي وتأثيراته.

إذن، فقد جلّت فيزياء الكم مفاهيم جديدة مثل اللايقين وغياب حالة محددة للواقع قبل القياس، أي لا يملك موقعا أو سرعة بعينها، بل يوصف بتراكب احتمالي (دالة موجية)، ولا تصبح قيمته محددة إلا عند إجراء القياس، وهذا يقود بعض المفسِّرين إلى القول: "لا توجد حقيقة فيزيائيّة مستقلّة ما دامت ترتبط بفعل القياس". ومن هنا قيل إنّ الواقع (كما نفهمه) قد يكون بلا معنى قبل الرصد.

كما أن من أخذ بتفسير كوبنهاجن (على خطى نيلز بور) فهم أن "القياس" نفسه هو الذي يحدِّد أي حالةٍ تُختار من حالات التراكب؛ أي إنّ دالة الموجة "تنهار" عند الملاحظة، ما يوحي بأنّ "الواقع" لا يكون متحقّقًا إلا بالتفاعل مع الراصد. وهذا يجعل البعض يرى أنّ "الواقع الموضوعي" خارج الذهن قد لا يكون موجودًا بالصورة التي نتخيلها، بل ينشأ (أو يُصاغ) عند حصول المراقبة. كما أن مفهوم التراكب الموجي والازدواجية في امتلاك الخصائص التي تمكنه من التصرف كموجة أو كجسيم، وبالتالي حين نقول إنّ الجسيم "في كل المواقع المحتملة" أو "يتصرّف كموجة وكجسيم في آنٍ معًا" قبل القياس، فإنّ ذلك يتعارض جذريًّا مع الحسّ الكلاسيكي القائل بوجوب وجود الشيء إمّا هنا أو هناك. لذا ظهر تفسيرٌ فلسفيّ يذهب إلى أنّنا لسنا إزاء "واقعٍ ماديٍّ صلب"، بل إزاء احتمالاتٍ واحتمالات فقط، ولا "يتعيّن" أيٌّ منها إلا بالمشاهدة.

تأثير التجارب الر ائدة في التضييق على "الو اقعية":

كما إنه في تجارب مثل الشق المزدوج أو تجربة التشابك (Entanglement)، وجدنا أنّ سلوك الجسيم يتغيّر لمجرّد معرفة "أيّ شقٍّ عبره" أو عند قياس إحدى خواصّه. هذا بدا وكأنّ "معلومة القياس" تُدخل عنصرًا فاعلًا في صياغة الواقع، وليس مجرّد اكتشافٍ سلبيٍّ له، من هنا، قال بعض العلماء والفلاسفة إنّ "أذهاننا هي التي تحدِّد واقع الجسيمات"، أو إنّ "الواقع الفيزيائي ليس موضوعيًّا قبل رصده"؛ ما دفعهم لاعتبار كلّ العالم الخارجي ربما يكون "غير موجود" بمعناه الاعتيادي. **إذن ليست "الطبيعة الموجيّة" بحدّ ذاتها** هي التي دفعت مباشرةً إلى القول بأنّ الواقع "وهم"، بل هي **النتائج الفلسفيّة** المترتّبة على:

(أ) عدم امتلاك الجسيمات خصائص محدّدة قبل القياس،

(ب) دور الراصد في "إجبار" النظام على الانهيار لحالةٍ ما،

(ج) صعوبة استبقاء "واقعيّةٍ مستقلّة" في عالم الكم.

في ظل هذه المفاهيم الجديدة بدى وكأنها تُعيد تعريف الواقع نفسه، بل وربما تنفيه!

مع ذلك، ينبغي التنبيه إلى أنّ هذا الرأي الذي يَعدُّ الواقع "وهمًا" ليس موقفًا موحَّدًا عند جميع الفيزيائيّين أو الفلاسفة؛ فهناك من يرى أنّ التراكبات الكموميّة والاحتمالات لا تنفي وجود واقع موضوعيّ، وإنما تقدّم **وصفًا احتماليًّا** للطبيعة لا أكثر، وأنّ دور القياس يمكن تفسيره بطرائق أخرى (مثل المتغيّرات الخفيّة، أو العوالم المتعدِّدة) دون المساس بوجود واقعٍ مستقلّ. لكن يبقى الخلاف قائمًا حول مدى "موضوعيّة" هذا الواقع و"اكتمال" الوصف الكموميّ له.

فهل تنكر ميكانيكا الكم وجود و اقع مادي مستقل؟ أم إنها تقدم فهماً أعمق و أكثر دقة و أكثر مرونة لهذا الو اقع؟ مع الحفاظ على وجود مادي موضوعي للجسيمات، وإن كان محاطًا بطبقات من الغموض الاحتمالي!

السؤال المحوري: هل يعني هذا أن الواقع نفسه أصبح مجرد وهم؟ أم إن الواقع المادي لا يزال قائماً، لكننا نحتاج إلى إعادة تعريفه؟

في حين أن بعض الفيزيائيين يرى أن الراصد هو الذي يحدد انهيار الدالة الموجية، بينما يرى آخرون أن الانهيار عملية فيزيائية بحتة (مثل رأي روجر بنروز الذي سنعرض له بعد قليل).

لكن البروفيسور بنروز يطرح المشكلة بصورة أعمق: يقول البروفيسور روجر بنروز في لقاء مع البروفيسور جوردان بيتيرسون حول ميكانيكا الكم:

"بعض الناس لا ينتبهون لهذه المشكلة أو إذا تنبهوا لها فقد يخفونها تحت السجادة، وهو ما يسمى بانهيار دالة الموجة (Collapse of Wave Function)، حيث إن ميكانيكا الكم الحالية إذا تكلمنا عنها بشكل دقيق فهي **نظرية غير منسجمة مع بعضها** (Quantum Mechanics Is An Inconsistent Theory)، وهذا وصف قاس **لما وصفه آينشتاين وشرودنجر وحتى ديراك بأن ميكانيكا الكو انتم نظرية غير مكتملة**.

وحتى نشرح هذا، هناك معادلة شرودنجر الرائعة التي تخبرك بأنك لو عرفت حالة النظام الآن فإنك تستطيع **التنبؤ** بحالته في المستقبل (غدا مثلا) [معادلة شرودنجر تصف تطورًا حتميًا منتظمًا ث.س.]، حيث إن هذه المعادلة الرائعة تغطي تطور هذه الحالة ما بين اليوم والغد، لكن المشكلة أنها لا تستطيع ذلك!

الطريقة التي يستعمل فيها الفيزيائيون معادلة شرودنجر بأن يستحضروا مجموعة من الاحتمالات التي تخبرك بها مشاهداتهم للنظام، وما تقوم بفعله هو استحضار جهاز قياس، وتقيس به النظام الذي يتطور أو يتغير بحسب معادلة شرودنجر، ثم إجراء القياس، لكن **عملية القياس لا يتم فيها اتباع معادلة شرودنجر**، فهي تعطيك احتمالات معينة هذا أو هذا أو هذا، **وهذه الخيارات من خارج معادلة شرودنجر**،

لقد كان شرودنجر قلقاً جداً حيال هذا الواقع، وقد اقتنع شرودنجر بوجود مشكلة ضخمة، الأمر نفسه اقتنع به آينشتاين، بينما بعض الفيزيائيين الآخرين لم يروا أي إشكال، **وربما يحتجُّون بأننا لم نفهم النظرية**

بشكل كاف، لكن شرودنجر كان ليقول: نحن نفهم بشكل كاف أن العالم لا يشتغل بهذه الطريقة، إذ إنك حين تقوم بقياس النظام فإنه لا يتبع معادلة شرودنجر، هذا ما يُفهم من ميكانيكا الكم، إذ هنالك مجموعة غامضة من القواعد التي لا تخبرك بالضبط ما يشكّلُ قياساً على وجه الحقيقة، غاية ما تخبرك به أنك إذا أجريت قياسا فإن هناك احتمالات معينة لنتائجه، لكنها لا تخبرك ما الذي يشكّلُ قياساً!

أحد مدارس التفكير يعود للأيام الأولى لميكانيكا الكم أن الوعي أو المُلاحِظَ الذي يقوم بالقياس هو الذي يقرر بأن هذا هو القياس، وعلى العكس من ذلك هناك مدرسة تمثل رأيي (بنروز) تقول بأن هناك عملية فيزيائية موضوعية تنحرف عن معادلة شرودنجر، تنهار فيها الحالة باتجاه أحد الاحتمالات، ويحصل هذا حين يتم إدخال الجاذبية في الصورة، وهناك سبب للإيمان بهذا، لا أريد الخوض فيه، لكن هناك سبب"[23].

انتهى كلام روجر بنروز. **وهو يسلط الضوء على مشكلة القياس، فمعادلة شرودنجر، رغم قدرتها على وصف تطور النظام الكمي، تُظهر تناقضًا جوهريًا عند لحظة القياس. فالمعادلة تفترض تطورًا مستمرًا وسلسًا للدالة الموجية، لكنها تتوقف فجأة عند إجراء القياس لتُظهر نتيجة واحدة من بين عدة احتمالات ممكنة، وهو ما يُعرف بـ "انهيار دالة الموجة." ويفترض بنروز أن الجاذبية تُسبّب انهيار الحالة الكمية إلى نتيجة واحدة عندما يصل النظام إلى مستوى معين من التعقيد أو الكتلة، مُدخلًا بذلك تأثير الجاذبية في الصورة الكمية.**

معضلة القياس: أين الخلل؟ بنروز وآخرون أبرزوا المشكلة: أن معادلة شرودنجر تصف تطور الاحتمالات فقط، ولا تحدد لحظة الانهيار ولا كيف تحدث النتيجة الفعلية.

هناك مدرستان:

1. **مدرسة ترى أن الوعي (الراصد) هو الذي يسبب الانهيار.**
2. **مدرسة (بنروز ومن معه) ترى أن عملية فيزيائية موضوعية (مثل تأثير الجاذبية) مسؤولة عن الانهيار.**

دراسة داعمة: دراسات حديثة مثل نظرية (OR) "Orchestrated Objective Reduction" التي قدمها بنروز مع ستيوارت هاميروف، تُشير إلى أن انهيار الدالة الموجية قد يرتبط بعمليات فيزيائية حقيقية (موضوعية) على المستوى الذري وهذا يُعيد الحتمية جزئيًا إلى ميكانيكا الكم، لكنه يربطها بالجاذبية بدلاً من الاعتماد على احتمالات رياضية فقط.

ليست الحتمية فقط من يعود إلى التصور بل السببية أيضا، إذ إن انهيار الحالة كنتيجة لسبب فيزيائي واضح يعيد الفاعلية السببية أساسا للتفسير، مما يُعيد تعريف السببية على المستوى الكمي بطريقة تتجاوز التفسيرات التقليدية. إن إدخال الجاذبية كعنصر يُفسر انهيار الدالة الموجية يُقدّم فرصة

[23] Why Quantum Mechanics Is An Inconsistent Theory | Roger Penrose & Jordan Peterson

للجمع بين الحتمية والاحتمالية في إطار جديد. ورغم التحديات التجريبية، تُشير هذه النظريات إلى احتمالات ثورية لفهم الكون بشكل أعمق.

وقد علمتَ من طرح نيلز بور أن القياس هو الركن الركين في النظرية، وعلى أساسه تصف تصرف العالم الكمومي، فإذا تبين أنك لا تعرف ما الذي يشكِّل قياساً على وجه الصحة، فإنك أمام مشكلة ضخمة تواجهها فيزياء الكم! وكذلك مشكلة انهيار دالة الموجة والانحراف عن معادلة شرودنجر، الأمر الذي يجعل النظرية غير منسجمة، وتجعل العالَمَ لا يشتغل بدقة بالصورة التي تطرحها فيزياء الكم!

ولا شك أن ميكانيكا الكم هي الإنجاز الأعظم لعلم الفيزياء في القرن العشرين فيما يتعلق بخصائص وسلوك الجسيمات الكمومية (الذرية وما تحت الذرية)، ولكنها تعاني من إشكاليات أساسية تحتاج لإنعام نظر، فهي نظرية مؤقتة وغير مكتملة، كما قال خنصر آينشتاين له!

شرح بنروز هذه الأسباب بشكل موسّع في عدة كتب وأبحاث، منها:

1. The Emperor's New Mind (1989)

في هذا الكتاب، ينتقد بنروز بوضوح التفسير التقليدي (مدرسة كوبنهاغن) لميكانيكا الكم، ويعرض رؤيته بأن **الوعي** ليس شرطًا للقياس، بل إن هناك عملية **موضوعية مادية** يجب أن تفسّر انهيار الدالة الموجية.

2. Shadows of the Mind (1994)

يربط فيه بين **عملية انهيار الدالة الموجية** وبين **النظرية النسبية العامة**، ويقترح أن الفارق بين الوضعيتين الكموميتين (المتراكبتين) لا يمكن أن يستمر إذا اختلف توزيع الكتلة فيهما بشكل كبير، لأن هذا يؤثر على الزمكان نفسه.

3. Cycles of Time (2010)

يعيد التأكيد على أن الجاذبية تلعب دورًا في حسم الاحتمالات الكمومية، لأن **الزمكان لا يمكن أن يكون في حالة تراكب بين حالتين مختلفتين كلياً** من حيث التوزيع الكتلي والطاقة.

4. Orch-OR Theory (بالتعاون مع ستيوارت هاملروف)

تقترح أن **الوعي البيولوجي** مرتبط أيضًا بهذه الآلية: انهيار كمومي ذاتي بفعل الجاذبية داخل الخلايا العصبية (أنابيب دقيقة في الدماغ)، وأن هذا الانهيار الفيزيائي هو ما يصنع ما نسميه "الوعي".

ملخص السبب حسب بنروز: "لا يمكن لمعادلة شرودنجر أن تظل تصف تراكباً بين حالتين لهما توزيع كتل مختلف يؤدي إلى انحناءين مختلفين للزمكان. في نقطة معينة من هذا الفارق، تنهار الدالة الموجية تلقائيًا وبشكل موضوعي (بسبب الجاذبية)".

ثانياً: ما الذي يشكل "قياسًا" على الحقيقة؟ ولماذا وصف بنروز القواعد بأنها "غامضة"؟

الإشكال الرئيسي:

في تفسير كوبنهاجن (Copenhagen Interpretation)، لا توجد قاعدة واضحة تقول لك: **"متى بالضبط يتحول التراكب الموجي إلى نتيجة واحدة؟"**، فمثلاً: لا يوجد في معادلة شرودنجر شيء يخبرنا **متى** يحدث القياس، ولا من الذي يقوم به: هل هو الجهاز؟ هل هو الوعي؟ هل هو فقط تفاعل فيزيائي؟ ولا ما هو الحد الفاصل بين **النظام الكمومي** و**جهاز القياس الكلاسيكي**.

لذا، فالقواعد "غامضة" لأنها: **تعطي احتمالات فقط، ولا تقول ما هو "القياس"**؟ ولا متى وكيف يحدث "الانهيار.Collapse "، **مثال للتوضيح:** في تجربة الشق المزدوج:(Double-slit) يعبر الجسيم الشقين كموجة، لكن إذا وضعت "جهاز رصد"، فجأة يتصرف الجسيم كجسيم ويمر من شق واحد فقط. **ما الذي غيّر سلوكه؟** هل مجرد وجود الجهاز؟ هل امتص طاقة منه؟ أم أنه عرف أنه "تحت المراقبة"؟!، وهنا بالضبط الإشكال الذي يشير إليه بنروز.

ثالثاً: ما هي نتائج القياس؟ هل كلها جسيمية أم بعضها موجي؟ نتائج القياس في ميكانيكا الكم هي دائمًا **نتائج جسيمية**، مثال: لو قست موقع إلكترون، ستحصل على **موقع معين**، وليس توزيعًا، ولو قست طاقته، ستحصل على **قيمة محددة**، وليست طيفًا، **فما الذي اختفى؟**

- **الخصائص الموجية**، مثل التراكب أو التداخل، **تختفي لحظة القياس**.
- **التراكب** collapses انهار إلى **حالة واحدة محددة**.

إذن: القياس لا يعطيك نتيجة "موجية"، بل يقتل الطبيعة الموجية لحظة التفاعل، ويُجبر الجسيم على اتخاذ **شكل جسيمي وحيد** من بين مجموعة احتمالات.

رابعاً: كيف يؤثر القياس على الجسيم؟ وهل له طاقة كمومية؟

تعريف عملية القياس كموميًا: القياس يعني أن **نظامًا خارجيًا (جهاز القياس)** يتفاعل مع الجسيم بطريقة **لا رجعة فيها** (irreversible interaction)، فيؤدي إلى: **فقدان التراكب الموجي، واختيار حالة واحدة من الحالات المحتملة**.

كيف يؤثر جهاز القياس؟ عادةً ما يكون جهاز القياس كبيرًا (كلاسيكيًا)، وأي تفاعل بينه وبين الجسيم يؤدي إلى **تداخل الجسيم مع بيئة معقدة**. وهذا يُنتج ما يسمى بـ **فك الترابط (Decoherence)**، أي تدمير التراكب بسبب التفاعل مع عدد كبير من الجسيمات في الجهاز، **وهذا ما دفعني أنا ثائر سلامة للقول بأن هذا التفاعل سببي عقلي محض، نتيجة لبنية الجسيم الكمومي التي تتأثر تأثرا سببيا بالبيئة الخارجية فتؤثر بها بطاقة سببية تسلب الخواص الموجية من الجسيم الكمومي، وتبقي على الخواص الجسيمية فقط، وهو تفسير جديد ينافس تفسير كوبنهاجن، وسنطرحه بعد قليل بالتفصيل إن شاء الله تعالى.**

ثم إن لدينا معضلة أخرى ضخمة، وهي أن أجهزة القياس المستعملة للقياس تحتاج لتعيير وقياس هي الأخرى حتى تنضبط وتستعمل في القياس، وستصدر كمات هي الأخرى بها يجري القياس، وهذه الكمات

بحاجة لقياس يضبطها، فبأي شيء نقيس أجهزة القياس تلك؟ بأجهزة أخرى فيها نفس الصفات فأين تنكسر السلسلة[24]؟ **هل الجهاز يرسل طاقة؟** ليس بالضرورة أن "ينقل طاقة"، بل يكفي أن **تتداخل الحالة الكمومية للجسيم مع النظام الكلاسيكي**، لكن في بعض التجارب، مثل الكشف بالفوتونات، هناك **تبادل للطاقة (امتصاص/انبعاث)**.

خامساً: كيف يعلم الجسيم الكمومي بوجود جهاز مراقبة؟

هذا هو سؤال الساعة، وهو ما يجعل "القياس" غامضًا. الاحتمالات:

1. **فك الترابط:(Decoherence)** الجسيم لا "يعلم"، بل تتداخل حالته مع ملايين الذرات في الجهاز، مما يدمر التراكب.
2. **تفسير بنروز:** الجسيم "ينهار" عندما يصبح توزيع كتلته في حالة التراكب **مختلفًا بدرجة تؤثر على انحناء الزمكان**، أي إن **الجاذبية** نفسها تمنع استمرار التراكب.
3. **تفسير كوبنهاجن:** القياس يتم لأن الجهاز أكبر بكثير ويحوّل التراكب إلى "واقع"، لكن دون تفسير كيف ولماذا.
4. **تفسير الوعي (Wigner):** الجسيم ينهار حالما يصبح واعيًا به، أو يلاحظه مراقب واعٍ.

وبنروز يرفض فكرة "الوعي" كمسبب للانهيار، ويصرّ على وجود **آلية فيزيائية موضوعية حقيقية**.

الخلاصة:

سؤال	الجواب المختصر
ما هو القياس في الحقيقة؟	تفاعل لا رجعة فيه بين الجسيم وجهاز القياس يؤدي إلى انهيار التراكب واختيار نتيجة واحدة. لا توجد قاعدة دقيقة في ميكانيكا الكم تعرف "ما هو القياس" ومتى يحدث.
نتائج القياس: موجية أم جسيمية؟	دائمًا جسيمية؛ الخصائص الموجية تختفي لحظة القياس.
كيف يؤثر القياس على الجسيم؟	بفك الترابط أو بتفاعل غير قابل للعكس، يؤدي لانهيار التراكب. وقد يكون للجاذبية دور في هذا حسب بنروز.
كيف "يعلم" الجسيم بالمراقبة؟	لا يعلم بالمعنى الإدراكي؛ بل الجهاز يؤثر عليه فيزيائيًا من خلال التداخل أو انهيار الجاذبية.

---

[24] أنظر فيزياء الكوانتم حقيقة أم خيال، تأليف أليستر راي، ترجمة أسامة عباس، إصدار مركز براهين، ص122، و130، وفي ص 126 يبين أثر مشكلة القياس الكبرى على فيزياء الكوانتم من خلال قطة شرودنجر **Schrodinger**: "إذا كانت فيزياء الكوانتم تقول بأن الرصاصة يمكن أن تكون نصف منطلقة ونصف غير منطلقة على القطة التي هي نصف حية ونصف ميتة، أو أن الكون يحتوي على أنواع حية نصف موجودة ونصف غير موجودة، فهذه سخافة تافهة، إن هذه السخافة التي تظهر في مضامين فيزياء الكوانتم هي أساس حجة شرودنغر ضد تأويل كوبنهاجن، فمهما كانت نجاحات فيزياء الكوانتم في تفسير الظواهر الذرية وتحت الذرية فإن توقعاتها وتبعاتها فيما يتعلق بالكاشفات (القياس) والقطط والأنظمة الحية تبدو خاطئة تماما، **وبالتالي يبدو أن ثمة خللا ما في النظرية التي كنا نأمل أن تكون النظرية النهائية الأساسية لتفسير الكون**" ص 126-127.

هل يستجيب الجسيم الكمومي بصورة مدمجة في بنيته أم إن القياس يصنع الو اقع؟ طرح بديل توصلنا إليه (ثائر سلامة)، ينافس تفسير كوبنهاجن:

يقدّم هذا البحث تفسيرًا سببيًا شاملاً لانهيار دالة الموجة في ميكانيكا الكم، من خلال استكشاف ما إذا كان الانتقال من اللايقين الكمومي إلى الحتمية الكلاسيكية يمكن فهمه كنتيجة للخصائص البنيوية الجوهرية للجسيمات دون الذرية والتفاعل الطاقي السببي مع أجهزة القياس. ندرس بالتفصيل كيف تمكّن بعض السمات البنيوية للجسيمات الكمومية من سلوكها الموجي، مثل التداخل والحيود، وكيف يتم كبح هذه السمات أثناء القياس. يسعى هذا التفسير إلى تقديم أساس حتمي للانتقال من الكم إلى الكلاسيك، مع التركيز على نقل الطاقة، والاستجابة البنيوية، وفك الترابط البيئي (decoherence) كعناصر أساسية في العملية. كما يتم تقييم فرضية انهيار الجاذبية التي قدّمها بنروز في هذا السياق. ويتناول البحث الآثار النظرية والتجريبية المترتبة على هذا النموذج.

يُعدّ انهيار دالة الموجة من أكثر الألغاز المحورية في ميكانيكا الكم. ففي حين تراه مدرسة كوبنهاغن بمثابة تحديث معرفي أو عملية احتمالية ناتجة عن الملاحظة، تسعى تفسيرات بديلة إلى تقديم فهم أعمق، وربما حتمي، لما يحدث أثناء القياس. يقترح هذا البحث نموذجًا للانهيار قائمًا على البنية الداخلية للجسيم، وتفاعل طاقي محدد سببيًا مع جهاز القياس.

من الإشكاليات الكبرى في فلسفة ميكانيكا الكم أن القياس يؤدي دائمًا إلى نتيجة واحدة محددة. فرغم أن الجسيم قبل الرصد يكون في حالة تراكب كمومي (أي موزع احتماليًا بين عدة حالات)، إلا إن عملية القياس لا تفضي إلى بقاء هذا التراكب أو إلى ملاحظة عدة نتائج معًا، بل **تنتهي دومًا إلى نتيجة واحدة:** موضع واحد، طاقة واحدة، زخم واحد، **هذه النتيجة الحتمية الظاهرة هي حقيقة راسخة في جميع تجارب القياس الكمومي**.

وهذا السلوك المتكرر الدقيق يطرح سؤالًا فلسفيًا جوهريًا: "هل عملية الرصد **تخلق** تلك النتيجة عشوائيًا؟ تخلقها من العدم؟ أم إن الجسيم ذاته **يستجيب لعملية الرصد** بطريقة مبرمجة مبنية في بنيته الكمومية منذ البداية؟"

بصيغة أدق: هل القياس بمثابة استثارة لاستجابة مخزنة في طبيعة الجسيم، أم إنه بناء واقعي جديد بالكامل؟

لقد اعتاد التفسير التقليدي (تفسير كوبنهاجن) أن يجيب بأن التراكب ينهار **عشو ائيًا** بناءً على الاحتمالات المجردة. لكن عند التمعن في سلوك الجسيم، يتبين لنا أنه **لا يتصرف وفق مجال من الخيارات المفتوحة بالفعل**، بل **يستجيب استجابة حتمية منظمة** عند القياس، كما لو إن طريقة تفاعله مبنية في كيانه نفسه، كما أن القياس هو تفاعل طاقي سببي (نشط) وليس مجرد رصد سلبي. فعملية القياس يتم فيها تبادل طاقة

بين جهاز القياس والنظام الكمومي بطريقة ســببية محددة. في هذا النموذج، يرســل جهاز القياس كمية من الطاقة تتناغم مع خصائص داخلية معينة في الجسيم الكمومي، مما يحفّز استجابة بنيوية تُفضي إلى انهيار نحو حالة ذاتية (eigenstate) محددة. لا يُنظر إلى هذا الانهيار على أنه احتمالي، بل اســتجابة بنيوية للطاقة ومعلومات سياق القياس.

إن أقرب تشبيه فيزيائي لهذا الفهم هو تشبيه الجسيم بجسم مادي يمتلك طاقة معينة: فلو منحته كَمّة إضـافية من الطاقة، فإنه لا يختار سـلوكًا عشـوائيًا، بل يغير زخمه أو موضـعه بطريقة **متناسـبة تمامًا مع** مقدار الطاقة المضــافة واتجاهها، كذلك الجســيم الكمومي عند القياس: لا "يخترع" حالة جديدة، بل **يستجيب** للقياس بطريقة حتمية خفية تحدد النتيجة بآلية دقيقة.

إذن، يُحافظ الجســيم الكمومي على ســلوكه الموجي فقط في بيئة متماســكة ومعزولة. أما عند تداخل العوامل البيئية مثل الإشـعاع الحراري أو جزيئات الهواء أو الفوتونات، فإنها تؤدي إلى فك الترابط، مما يقطع العلاقات الطورية داخل دالة الموجة. وينتج عن ذلك انهيار ليس فقط بســبب "الملاحظة"، بل بســبب فقدان البنية الموجية المتماسكة للجسيم.

وهذا التصــور يتناغم -**<u>مَعَ فَرقٍ جوهريّ</u>**- مع ما ذهب إليه عدد من كبار العلماء الناقدين للتفســير التقليدي، مثل:

- **ألبرت آينشـتاين**، الذي كان يرى أن ميكانيكا الكم "غير مكتملة"، وطالب بوجود "متغيرات خفية" تفسر السلوك الظاهري الحتمي.
- **ديفيد بوهم**، الذي قدم نموذجًا رياضــيًا فيه أن الجســيمات تســير وفق "موجة دليلة" تحدد مسارها بدقة حتى قبل القياس.
- **روجر بنروز**، الذي اعتبر أن هناك عملية فيزيائية موضــوعية، ربما مرتبطة بالجاذبية الكمومية، تجعل الانهيار الكمومي حتميًا وليس عشوائيًا.

اقترح روجر بنروز أن انهيار دالة الموجة هو عملية فيزيائية موضــوعية تحدث عندما تشــمل التراكبات الكمومية هندســات مكانية-زمانية متباينة بشــكل كبير. في نموذج بنروز، تعجز الجاذبية عن البقاء في حالة تراكب، وتفرض عتبة تؤدي إلى انهيار الحالة الكمومية. يشـير نموذج ديّوسـي-بنروز إلى وجود علاقة عدم يقين بين الزمن والطاقة ناتجة عن الجاذبية، تحدّ من مدة بقاء التراكبات. يتماشـى هذا مع النموذج السـببي المقدم هنا، حيث إن الانهيار نتيجة لعجز في الحفاظ على تراكب الطاقات.

من علم المعادن إلى البنية الكمومية: تشـبيه تقريبي لتفسـير تفاعل الجسـيمات مع الرصد

حين ندرس سـلوك المواد في علم المعادن (Metallurgy)، نكتشـف أن الخصـائص الفيزيائية – مثل الصلابة، والليونة، والهشاشة، أو حتى الموصلية – تعتمد بدرجة حاسمة على ما يسمى بالتركيب البنيوي (Structural Configuration) للذرات. فالمادة البلورية (Crystalline Material)، مثل الحديد أو النحاس، تمتلك بنية شَعْرِيَّة (Lattice Structure) دقيقة ثلاثية الأبعاد، حيث تصطف الذرات في نمط منتظم ومتكرر، وهذا النمط هو ما يمنحها خصائصها الميكانيكية والكهربائية. أما المادة غير المتبلورة (Amorphous)، فذراتها موزعة بشكل عشوائي أو شبه عشوائي، مما يغيّر جذريًا من خصائصها الفيزيائية.

مثال ذلك: تبريد الحديد بسـرعة كبيرة يؤدي إلى تكوين ما يُعرف بالمارتنسـايت (Martensite)، وهي بنية بلورية شديدة القساوة والهشاشة، بينما التبريد البطيء يسمح بتشكل البيرلايت أو الفيريت، وهي بنيات أكثر ليونة. كل ذلك يدل على أن تغيير البنية البنيوية للذرات يغيّر خصائص المادة جذريًا.

الآن، دعنا ننتقل من عالم المعادن إلى العالم الكمومي.

الجسيمات الكمومية: هل تمتلك "بنية داخلية" تتحكم بسلوكها الموجي أو الجسيمي؟

في عالم الكم، لطالما صُوِّرت الجسيمات كأنها كيانات لا بنية لها، نقطة مجردة تمثل شحنة أو كتلة. لكن من التجارب المتكررة – من تجربة الشـق المزدوج إلى تجارب التراكب والتشـابك – نعلم أن الجسـيمات (كالفوتون أو الإلكترون أو حتى الذرات) تُظهر سـلوكًا مزدوجًا: أحيانًا موجيًّا (تداخلا، حيودا، لا موضع محدد)، وأحيانًا جسيميًّا صلبًا (موضعا محددا، طاقة محددة، زخما محددا). ما الذي يحدد هذا السلوك؟ ومتى يتبدل؟

فالجسـيم الكمومي ليس نقطة بلا خصـائص، بل كيان له: كتلة، وشحنة، وعزم مغزلي (Spin)، وعلاقة طور كمومي (Quantum Phase)، وقابلية للتراكب (Superposability)، هذه الخصائص البنيوية هي ما يُحدد إذا ما كان الجسيم سيتصرف كموجة أو كجسيم. والحالة الموجية تَظهر عندما تكون البنية في حالة تماسك (coherent)، وهي متاحة فقط في ظروف معزولة.

التفسـير الذي نقدمه هنا يرى أن الجسـيم الكمومي لا يتصـرف كموجة أو كجسـيم نتيجة "القياس" بوصفه حدثًا سحريًا، ولا لغزًا عشوائيًا، بل لأن في بنية الجسيم خصائص تمكّنه من التراكب وإظهار السلوك الموجي، وهذه الخصائص تُعطَّل – أو تُنتزع – عند تفاعل معين ناتج عن "الطاقة السببية" التي يُحدثها الراصد أو جهاز القياس. فالقياس لا "يصنع" الواقع، بل يعطّل البنية التي تسمح بتعدد الاحتمالات، وهذا يتناغم مع رؤية **روجر بنروز** التي ترى أن انهيار الدالة الموجية هو عملية موضـوعية فيزيائية تنتج عن تجاوز طاقة أو انحناء معين.

هناك تصــور علمي متطور — وإن لم يكن نهائيًا — يفترض وجود **تركيب بنيوي مشــترك** للجســيمات الكمومية (مثل الإلكترونات، والكواركات، والنيوترينوات) يُفســر خصــائصــها الكمومية مثل التراكب، والتشابك، وعدم التحدد. **ما الذي يجعل هذا التركيب مشتركًا؟**

جميع الجسـيمات الكمومية الأسـاسـية تُوصـف وفق معادلة شـرودنجر (أو معادلات كمومية متقدمة ك ديراك)، وجميعها تخضـع لمبدأ التراكب، وتُظهر خواص تداخل وتشـابك، وهذا يشـير إلى **وجود بنية رياضـية موحدة** في صيغتها، حتى لو اختلفت الخصائص الظاهرة (مثل الكتلة أو الشحنة).

هذا التركيب البنيوي لا يعني بالضـرورة "تركيبًا داخليًا مكونًا من جسـيمات أصـغر"، بل **نمطًا منظَّمًا من الخواص الفيزيائية الأســاســية** المتداخلة في البنية الكمومية. إليك تفصـيلًا لأهم هذه المكونات كما يُفترض علميًا:

أولاً: الخصائص الكمومية المشتركة بين الجسيمات الكمومية وعلاقتها بالسلوك الموجي والجسيمي:

الخاصية البنيوية	الوصف العلمي والوظيفة	التعليق	تدعم السلوك الجسيمي	تدعم السلوك الموجي
الكتلة(Mass)	مقدار مقاومة الجسيم لتغيير حالته الحركية. تعطي الجسيم طاقة ساكنة وسلوكًا جسيميًا.	تظهر في التصادمات كخاصية جسيمية أساسية.	✅ نعم	❌ لا
الزخم (Momentum)	يشير إلى سرعة الجسيم واتجاهه، ويقاس بدقة بعد انهيار التراكب.	خاصية جسيمية تُقاس بعد الرصد.	✅ نعم، يحدده القياس	❌ غير محدد بدقة
الطاقة(Energy)	قدرة الجسيم على التأثير أو التفاعل. تُقاس بوضوح بعد انهيار التراكب.	خاصية تتجلى في التفاعلات والانتقالات الكمومية.	✅ نعم، يحدده القياس	❌ غير محدد بدقة
الشحنة (Charge)	تحدد تفاعل الجسيم مع الحقول الكهرومغناطيسية، وتُقاس عبر سلوكه في المجال.	تُحدد المسار وتُظهر السلوك الجسيمي.	✅ نعم	❌ لا
الموضع المحدد (Definite Position)	حالة واحدة ناتجة عن انهيار الدالة الموجية. تُقاس بعد فقدان التراكب.	تُظهر الجسيم ككيان متموضع.	✅ نعم	❌ لا

الخاصية البنيوية	الوصف العلمي والوظيفة	التعليق	تدعم السلوك الجسيمي	تدعم السلوك الموجي
الدالة الموجية (Ψ) (Wave Function)	تمثل توزيعًا احتماليًا لحالات الجسيم في المكان والزخم والطاقة. ذات طبيعة مركبة(Complex-valued) ، تعكس التراكب والتداخل.	جوهر السلوك الموجي. ترتبط ببنية الجسيم لا بالبيئة فقط.	❌ لا	✅ نعم
قابلية التراكب (Superposability)	قدرة الجسيم على التواجد في أكثر من حالة كمومية في الوقت ذاته.	لا توجد في الأجسام الكلاسيكية. شرط للسلوك الموجي.	❌ لا	✅ نعم
الاتساق الطوري (Coherence)	يحفظ العلاقة الطورية بين حالات الجسيم المختلفة، ويُفقد عند التفاعل مع البيئة.	يُحدد مدى استمرار التراكب الزمني والمكاني.	❌ لا، يفقد عند الرصد	✅ نعم، يتيح التراكب
التموضع (Localization)	خاصية جسيمية ناتجة عن انهيار التراكب، تُقاس فقط بعد الرصد.	تُظهر الجسيم كجسم كلاسيكي متموضع.	✅ نعم، يظهر عند القياس	❌ لا، مفقود
الطور الكمومي (Quantum Phase)	خاصية داخلية تتحكم بنمط التداخل. لا تُقاس مباشرة، لكن تتأثر بالحقول دون التأثير على الاحتمالات.	جوهر التراكب والتداخل.	❌ لا، لا يظهر في القياسات الكلاسيكية	✅ نعم، يظهر في التداخل
عدم تحديد الطاقة (Energy Indefiniteness)	الجسيم لا يكون في حالة طاقة واحدة، بل في تراكب من الحالات، ناتج عن البنية الداخلية.	يختفي عند القياس. شرط للتراكب.	❌ لا	✅ نعم
قابلية التشابك البنيوي (Entanglement Potential)	قابلية الجسيم للتشابك الفوري مع جسيمات أخرى. خاصية مدمجة في البنية الكمومية.	تُميز السلوك غير الموضعي.	❌ لا	✅ نعم
الترابط غير الموضعي (Nonlocal Correlation)	ارتباط بين حالات جسيمات متشابكة، دون انتقال معلومات بسرعة فوق الضوء.	يُظهر الطبيعة غير المحلية للجسيم.	❌ لا	✅ نعم

الخاصية البنيوية	الوصف العلمي والوظيفة	التعليق	تدعم السلوك الجسيمي	تدعم السلوك الموجي
اللاتحديد البنيوي للموقع والزخم (Intrinsic Indeterminacy)	غياب الموضع أو الزخم المحدد قبل القياس، ناتج عن تراكب الحالات في البنية الداخلية.	جوهر مبدأ اللايقين.	❌ لا	✅ نعم
التأثر بالبيئة (Decoherence Susceptibility)	قابلية الجسيم لفقد الطور نتيجة تفاعل مع الوسط. تُحدد مدى استمرار التراكب الزمني أو المكاني.	العامل الأساسي في إزالة التداخل.	❌ لا	✅ نعم، شرط لاستمرار التراكب
الاستجابة المدمجة للرصد (Embedded Measurement Response)	استجابة حتمية في بنية الجسيم لشروط القياس والطاقة المطبقة، وفق خصائص مدمجة فيه.	تربط نتيجة القياس بالبنية الداخلية لا بالعشوائي	✅ نعم، تحدد نتيجة القياس	✅ نعم، استجابة منظمة

كيف يُحدث الراصد "تغييرًا بنيويًا" في الجسيم؟

القياس ليس حدثًا سلبيًا، بل تفاعل طاقي سببي، يُؤثر على الطور الكمومي ويُضعفه، تمامًا كما في علم المعادن كما تتحكم البنية البلورية في سلوك المعدن، حين تغيّر الحرارة شكل البلورة. جهاز القياس (أو البيئة المحيطة) يزود الجسيم بطاقة سببية معينة – سواء من خلال تصادم فوتون أو مجال كهربائي أو حراري – فتؤدي هذه الطاقة إلى فقدان الترابط الطوري بين حالات التراكب.

بمعنى آخر: **الراصد لا "يخلق" النتيجة، بل يعطّل الظروف البنيوية التي تسمح بالتراكب، فيجبر الجسيم على الانهيار إلى حالة واحدة، حتمية، وإلى تحديد خصائص جسيمية محددة فقط.**

ربط ذلك بتفسير بنروز:

روجر بنروز يرى أن: **الانهيار الكمومي ليس عشوائيًا، بل حتميٌّ وله علاقة بالجاذبية**، عندما يحمل التراكب كمًّا من الطاقة يؤدي إلى انحناء في الزمكان، فإن هذا التشوه يتسبب في انهيار التراكب تلقائيًا، وهذا التفسير يجعل القياس **عملية فيزيائية سببية مرتبطة ببنية الجسيم والبيئة**، لا مجرد "صدفة إحصائية."

وهنا يلتقي هذا التفسير مع رؤية روجر بنروز: انهيار الدالة الموجية ليس حدثًا عشوائيًا، بل نتيجة لتفاعل فيزيائي موضوعي – قد يكون **مرتبطًا بالجاذبية** أو **ناتجا عن تجاوز انحناء معين** أو **تجاوز الطاقة الحرجة اللازمة لتغيير البنية الكمومية**.

الخلاصــة: تتحكم البنية الكمومية الدقيقة في سـلوك الجسـيمات الكمومية. والتبدل بين سـلوك موجي وجســيمي ليس ســرًا غامضًــا، بل نتيجة تفاعل طاقي ســببي يعطل خصــائص الطور والترابط والتراكب في الجسيم. بذلك ننتقل من غموض اللايقين، إلى فهم سببي عميق يعيد الحتمية إلى قلب فيزياء الكم.

لفهم السـلوك المزدوج للجسـيمات الكمومية - بين كونها تُظهر خصـائص موجية أحيانًا، وجسـيمية أحيانًا أخرى - نحتاج إلى الانطلاق من مقاربة بنيوية دقيقة، تقوم على تحليل الخصـائص الفيزيائية الأسـاسـية التي تُكوّن "هوية" الجسيم، **وتُحدّد استجابته في حالات العزل والتفاعل**.

ثانيًا: الخصائص التي تمنح الجسيم سلوكًا موجيًا

1. **المرحلـة الكموميـة :(Quantum Phase Coherence)** عنـدما تُحفظ المرحلـة النســبيـة بين مكونات الحالة الكمومية، يمكن للجسـيم أن يبقى في تراكب، ويظهر هذا في تجربة الشـق المزدوج: الجسيم يمر عبر شقين في آن واحد ويكوّن نمط تداخل.
2. **العزل عن البيئة :(Isolation)** كلما كان الجسـيم معزولًا عن التفاعل مع الوسـط، زادت فرص اســتـدامـة التراكـب، وفي الفراغ والتبريـد العميق، يمكن لجزيئـات مثـل C60 أن تُظهر تـداخلاً كموميًا.
3. **عـدم إجراء القيـاس :(No Measurement)** قبـل القيـاس، لا "تُجبر" الجســيمـات على اتخـاذ صفة محددة، فتحتفظ بخواصها الموجية.
4. **الاحتمالية و انتشار الموضع :(Non-localized Position)** الدالة الموجية تمثل توزيع احتمالات في الفضاء، لا موقعًا معينًا.

ثالثًا: الخصائص التي تُفعِّل السلوك الجسيمي

1. **كتلة محددة :(Massiveness)** كلما زادت الكتلة، زادت قابلية التفاعل مع البيئة (إزالة التداخل أسرع)، وظهرت الخصائص الجسيمية.
2. **تحديد الموضـع :(Localization)** أي محاولة لرصـد موقع الجسـيم تتطلب تفاعلًا طاقيًا يعطل التراكب.
3. **فقـد الطور الكمومي :(Phase Decoherence)** أي اضـطراب في البيئـة المحيطة (مثل فوتون ضوء أو اهتزاز حراري) يؤدي إلى "محو" الطور، وبالتالي انهيار التراكب.
4. **الرصـد الطاقي :(Energetic Coupling)** القياس ليس عملية سـلبية، بل تفاعل فيزيائي يطبق طاقة محددة على الجسيم.

رابعًا: كيف يؤدي الرصـد إلى انحلال التراكب؟ (تحليل سـببي)؛ وفقًا للفهم السـببي الذي نقترحه، نعيد صـياغة تفسـير الانهيار الكمومي: **عملية القياس ليسـت اكتشـافًا سـلبيًا لحالة موجودة مسـبقًا، بل هي تفاعل طاقي يُجبر الجسيم على اختيار حالة واحدة نتيجة خصائصه البنيوية. آلية ذلك:**

مكون التفاعل	وصفه	تأثيره في الجسيم
طاقة القياس(ΔE)	الطاقة التي يقدمها الراصد أثناء التفاعل	تغير في الزخم أو الموضع أو الطور الكمومي
قابلية الجسيم للاستجابة	يعتمد على تركيبه: كتلة، شحنة، بنية داخلية	استجابة جسيمية أو موجية بحسب الشروط
انحلال التراكب	فقدان العلاقة الطورية بين الحالات الكمومية	ظهور قيمة واحدة عند القياس

تجارب تؤيد التحليل السببي:

1. **تجارب الشق المزدوج مع إلكترونات مفردة:**

بدون مراقبة: نمط تداخل، لكن مع مراقبة الشق: ينهار التداخل، تظهر خصائص جسيمية.

تجربة C60 (جزيء الباكيبول): عند التبريد والعزل: تُظهر الجزيئات الكبيرة تداخلاً، وعند تسخينها أو إضاءتها: ينهار التراكب.

2. **تجارب إزالة التداخل:(Decoherence Experiments)** تُظهر أن إدخال فوتون واحد في النظام كافٍ لإلغاء السلوك الموجي.

خلاصة: الجسيمات الكمومية تمتلك بنية تسمح لها بإظهار سلوك موجي أو جسيمي وفقًا لحالتها الطورية والبيئية، والرصد يؤدي إلى انهيار التراكب **لأنه تفاعل سببي** ينقل طاقة إلى الجسيم فتتفاعل معه بنيته البنيوية الداخلية. **فتفسيرنا المقترح يعيد الاعتبار للسببية في القياس الكمومي ويُقوّي التصور الحتمي.**

عتبة الانهيار وفقدان التراكب (Threshold of Collapse)

الجسيم الكمومي يمكنه الحفاظ على التراكب (Superposition) فقط **إذا توفرت له بيئة متماسكة ومنعزلة**، ولكن هناك **عتبة حرجة** (Critical Threshold)، إذا **تجاوزها التفاعل الطاقي أو التداخل البيئي، يفقد الجسيم قدرته البنيوية على الحفاظ على التراكب.**

هذه العتبة ترتبط بمقدار الطاقة الداخل إلى النظام، وبالفروقات في الهندسة الزمكانية (كما في نموذج Penrose)، وبالبنية الداخلية للجسيم.(mass, coherence length, decoherence time...)

علاقة ذلك بالسببية والحتمية(Causality and Determinism)

السببية: ما يحدث للجسيم نتيجة مباشرة (causal result) لما تلقّاه من طاقة ومعلومة من جهاز القياس.

أي إن القياس ليس "قرارًا احتماليًا"، بل هو **رد فعل سببي داخلي** للجسيم تجاه التفاعل الطاقي.

الحتمية (Determinism): صحيح أن النتائج الظاهرة لنا تظهر بشكل احتمالي ,(Statistical) لكن هذا ليس لغياب السبب، بل لأن **كل قياس يُحدِّد نتيجة واحدة من مجموعة محددة مسبقًا بالبنية** —أي إن هناك **حتمية داخلية مُقيّدة بمجال من الإمكانات.**

تدعم تجارب مثل تجربة الفوليرين[25] (C60)، وممحاة الاختيار المتأخر[26] (Delayed Choice Quantum Eraser)، والقياسـات الضـعيفة [27](Weak Measurements): الفكرة القائلة بأن نتائج القياس تعتمد على التفاعل البنيوي والطاقي. وقد اسـتَبعدت اختبارات بيل[28] النظريات المحلية ذات المتغيرات الخفية، لكنها لم تستبعد كل أشكال الحتمية، وخصوصًا تلك المرتبطة بالبنى السببية غير المحلية أو المعتمدة على الحقول. يختلف هذا النموذج عن تفسير العوالم المتعددة (الذي ينكر الانهيار)، وتفسير كوبنهاغن (الذي يركّز على الراصد)، من خلال تركيزه على الترابط الطاقي الموضوعي.

تشير هذه التجارب إلى أن عملية القياس ليست "سحرًا يحدث عند النظر"، بل هي عملية **فيزيائية و اقعية ناتجة عن تبادل طاقة ومعلومات بين الجسيم وجهاز القياس**، هذا يدعم التفسير السببي (causal interpretation) الذي يسعى إلى تفسير الانهيار على أساس **فيزيائي حتمي موضوعي**، لا على أساس الإدراك البشري أو الصدفة.

إذًا، الفرضية التي يمكن دعمها هي أن: **الراصد لا يخلق و اقعًا جديدًا**، بل **يستثير استجابة معينة** مدمجة في البنية الكمومية للجسيم، وهذه الاستجابة تتجلى بصورة جسيمية محددة، تمامًا كما تتغير طاقة جسيم كلاسيكي عند إضافة كمّة طاقة محسوبة له. فالراصد لا يحصل إلا على خيار واحد عند القياس، لا مجموعة خيارات.

وهذا الفهم يعيد تعريف دور القياس:

---

[25] **تجربة الفوليرين:(C60 fullerene experiment)** هذه تجربة تم فيها تمرير جزيئات كبيرة نسبيًا (مثل جزيء C60، وهو جزيء على شكل كرة مكون من 60 ذرة كربون) عبر شقين ضيقين، مثلما يُجرى في تجربة الشق المزدوج، رغم كبر حجم الجزيء، **أظهرت الجسيمات نمط تداخل (interference pattern)**على الشاشة، مما يدل على أنها سلكت سلوكًا موجيًا، **المغزى:** إذا كانت الجسيمات معزولة كفاية عن البيئة (coherent and isolated) فهي تحتفظ بخواصها الموجية. ولكن أي تفاعل طاقي (مثل اصطدام فوتون أو جزيء هواء) يؤدي إلى "فك الترابط (decoherence)" وبالتالي انهيار دالة الموجة.

[26] هذه تجربة فكرية وتجريبية مذهلة، حيث يمكن **اختيار ما إذا كان سيتم "محو" أو "الاحتفاظ" بالمعلومة حول المسار الذي سلكه الفوتون** بعد أن يكون قد وصل إلى الشاشة!، **فالنتيجة الغريبة:** إذا تم محو المعلومات (erased)، يظهر نمط التداخل؛ إذا تم الاحتفاظ بها، لا يظهر تداخل، وكأن قرار الراصد المتأخر يؤثر على سلوك الجسيم في الماضي، **الرسالة:** النتائج تعتمد على **نظام القياس والطاقة المنقولة والتفاعل البنيوي** أكثر مما تعتمد على "الوعي" أو الراصد وحده.

[27] **القياسات الضعيفة(Weak Measurements):** هي نوع من القياسات التي **لا تسبب انهيارًا فوريًا وكاملًا لدالة الموجة**، بل تعطي معلومات جزئية عن النظام دون تدميره، تسمح لنا برؤية كيف يتطور النظام الكمومي تدريجيًا عند التفاعل مع أجهزة القياس، وتُستخدم لتكوين فهم أعمق لكيفية حدوث الانهيار، **الدلالة** :القياس يمكن أن يكون عملية تدريجية مرتبطة بتفاعلات طاقية دقيقة، وليس حدثًا لحظيًا غامضًا.

[28] **اختبارات بيل:(Bell Tests)** اختبارات صُممت لاختبار ما إذا كانت **النظريات ذات المتغيرات الخفية المحلية (Local Hidden Variable Theories)** يمكن أن تفسر الترابط الكمومي.(entanglement)، **نقضت** نتائج هذه التجارب **التفسيرات المحلية الكلاسيكية**، لكنها **لا تنفي جميع أشكال الحتمية (determinism)** خاصةً **الحتمية غير المحلية (Non-local determinism)**، أو التفاعلات السببية القائمة على الحقول الكمومية.(Field-based causal structures)

- ليس كـــ"صناعة الواقع"، بل كـــ"كشف لحقيقة كامنة"، بطريقة تتناسب مع طاقة القياس وطريقة الرصد، ضمن نظام احتمالي دقيق البنية، لكنه يحتفظ بأساس مادي مستقل قبل الرصد.

إعادة النظر في الحتمية وعدم اليقين

ينص مبدأ عدم اليقين على أنه لا يمكن معرفة بعض المتغيرات الفيزيائية (مثل الموقع والزخم) في آنٍ واحد بدقة غير محدودة. تقليديًا، فُهِم هذا على أنه يدل على **وجود لايقين جوهري(وجودي) (Ontological Indeterminacy)** في الطبيعة، أي إن العالم الكمومي **غير حتمي بطبيعته**، ويحتوي على "احتمالات" لا يمكن اختزالها إلى أسباب محددة، لكن هذا البحث **يعيد تفسير هذا اللايقين** بشكل مختلف.

رغم أن مبدأ هايزنبرغ لعدم اليقين يقيّد المعرفة المتزامنة للمتغيرات المترافقة، إلا إن هذا البحث يقترح أن تلك الحدود **ليســت ناتجة عن لايقين وجودي**، بل بســبب **الطبيعة المحدودة للطاقة في عملية القياس**. وبالتالي، فإن النتائج تتحدد باســتجابة بنيوية للنظام وفقًا لمدخلات القياس، مما يعيد شــكلاً من الحتمية الكامنة خلف النتائج الإحصائية.

مبدأ عدم اليقين لا يعني غياب الحتمية، بل يعكس القيود الطاقية والبنيوية المفروضة على التفاعل بين الجسيم وجهاز القياس.

وبالتالي، **النتائج الإحصـــائية ليســت إنكارًا للحتمية**، بل هي تعبير عن **حتمية مقيدة** (Constrained Determinism) ناتجة عن بنية الجسيم، واستجابته المحددة عند عتبة معينة، للطاقة التي يتلقاها.

لماذا لا يكون اللايقين دليلًا على غياب الحتمية؟

يقترح هذا النموذج أن **اللايقين لا ينبع من "فوضى وجودية" داخل الجسيمات**، بل من:

1. **محدودية الطاقة المتاحة أثناء القياس**
   - عملية القياس الكمومي ليســت لحظة "ســحرية"، بل هي **تفاعل طاقي و اقعي** بين جهاز القياس والجسيم.
   - للجهاز طاقة محدودة، لا يســتطيع من خلالها التأثير على جميع الخصــائص الداخلية للجســيم بدقة متزامنة.
   - مثلًا، إذا حاولنا قياس موضع جسيم بدقة، نحتاج إلى طاقة عالية (مثلاً شعاع فوتونات قصيرة الطول الموجي)، مما يؤدي إلى اضطراب زخم الجسيم.

هذه الطاقة المحدودة تُنتج "لايقينًا عمليًا"، لا وجوديًا.

2. **استجابة بنيوية (Structural Response) للنظام**
   - الجسيم ليس نقطة مجردة، بل **كيان له بنية كمومية** تتفاعل مع جهاز القياس.

- عندما يُسلّط عليه تفاعل طاقي معين، **لا يستجيب عشوائيًا**، بل وفقًا **لما تسمح به بنيته الداخلية من حالات ممكنة**.
- لا يمكن للجسيم أن يُنتج نتائج قياس خارج حدود معينة، لأنه **بُنيوياً غير مهيأ لذلك**.

الفرق الجوهري بين "استجابة الجسيم" و"نظرية المتغيرات الخفية" (Hidden Variables):

حين نقول إن الجسيم الكمومي يستجيب لعملية الرصد بطريقة مبنية في بنيته الطبيعية، فإننا لا نتبنى نظرية "المتغيرات الخفية" التقليدية التي كانت موضع جدل كبير منذ زمن أينشتاين حتى اليوم.

ما هي المتغيرات الخفية التقليدية؟

كانت فكرة آينشتاين وزملائه تقوم على أن الجسيمات تمتلك **خصائص محددة وثابتة** (كالموضع، الزخم، الطاقة) منذ البداية، لكن هذه الخصائص مخفية عن الراصد بسبب محدودية أدواته، بمعنى آخر: العالم الكمومي – في تصورهم – عالم حتمي تمامًا، لكن جهلنا به يجعلنا نظنه احتماليًا.

غير أن سلسلة من الأبحاث الحديثة – أبرزها **مبرهنة بيل** (Bell's Theorem) وتجارب **آلان آسبكت** (Aspect's Experiments) في الثمانينيات – أظهرت أن أي محاولة لوصف العالم الكمومي عبر متغيرات خفية "محلية" (أي تحترم حدود سرعة الضوء) لا تتفق مع النتائج التجريبية. وقد لوحظت انتهاكات صريحة لـ"لامساواة بيل"، مما دل على أن أي تفسير خفي يجب أن يكون **لا محليًا**، أي يتجاوز فكرة التأثيرات المحدودة بسرعة الضوء، وهو أمر صعب التوفيق مع النسبية.

الخلاصة: المتغيرات الخفية الكلاسيكية، كما أرادها آينشتاين (محلية، حتمية)، **تم دحضها تجريبيًا** إلى حد كبير.

لكن التصور الذي نطرحه هنا يختلف جذريًا عن فرضية المتغيرات الخفية الكلاسيكية:

لا نفترض أن الجسيم يملك خصائص محددة وثابتة قبل القياس (مثل موقع وزخم معلومين)، بل نقول: إن الجسيم في حالة احتمالية حقيقية (تراكب)، لكنه حين يخضع لعملية القياس، يستجيب بطريقة منظمة نابعة من بنيته الكمومية الداخلية، وهذه الاستجابة الحتمية **لا تعني** أن الخصائص كانت محددة سلفًا، بل تعني أن بنية الجسيم الكمية تحدد كيف "ينهار" لحظة الرصد بطريقة ليست عشوائية بالكامل.

أي إن الجسيم لا يكون ببساطة "إما هنا أو هناك" قبل القياس، بل هو في حالة احتمالية حقيقية، ولكن استجابته للقياس ليست عبثية ولا تخضع لاختيار خارجي حر، بل تخضع لقوانين دقيقة تحكم كيفية الانهيار. وبالتالي:

التصور	المتغيرات الخفية الكلاسيكية	استجابة الجسيم (التصور الجديد)
هل الخصائص محددة مسبقا قبل القياس؟	نعم (موضع، زخم، طاقة)	لا (لكن بنية الجسيم تقيّد النتائج)
هل هناك تراكب حقيقي قبل القياس؟	لا	نعم
هل الانهيار عشوائي بالكامل؟	لا (بسبب الحتمية)	لا (بسبب استجابة منظمة للبنية الكمومية)
هل التفسير محلي أم غير محلي؟	محلي (ودُحض)	يحتمل أن يكون غير محلي، لكنه ينطلق من بنية الجسيم لا من خصائص مخفية كلاسيكية
هل يُفسر القياس؟	لا يشرح كيف يتم الاختيار	نعم، عن طريق طاقة الراصد وتفاعل البنية

الخلاصة المكثفة:

إذن، الفارق الجوهري أن المتغيرات الخفية تقول: "كان كل شيء محددًا سلفًا قبل الرصد"، بينما التصور الجديد يقول: "كان هناك حالة تراكب احتمالية حقيقية، ولكن الجسيم يستجيب لعملية الرصد بطريقة مدمجة فيه بشكل طبيعي ومنظم."

وهذا التصور يحترم حقيقة التراكب الكمومي قبل القياس (التي ثبتت تجريبيًا)، وفي نفس الوقت، ينقذ فكرة أن التفاعل مع الراصد لا يصنع نتيجة اعتباطية، بل نتيجة تحكمها البنية الداخلية الدقيقة للجسيم.

الفصل الرابع: مبدأ عدم اليقين (اللاحتمية) (Uncertainty Principle)، مبدأ هايزنبرج:

وقد ناقشنا بشيء من التفصيل موضوع الحتمية في فصل: السببية والحتمية والتنبؤ وحرية الإرادة، وفصل: السببية والحتمية، فراجعها هناك،

"وقد تعاملت ميكانيكا الكم مع الظواهر ذات الأبعاد الذرية فما تحتها صِغَراً وفقا لمبدأ اللاحتمية، ومفاده أن "أي كميات مُقاسة تخضع لتغييرات لا يمكن التنبؤ بها" وكي نقيس "كمية" عدم الاستقرار هذا يتم تقسيم نتائج الملاحظة إلى أزواج، فالموضع وكمية الحركة أو الاندفاع يشكلان زوجاً، والطاقة والزمن يشكلان زوجاً آخر، وأي نقص أو خلل في قياس أحد الزوجين سوف يؤدي إلى زيادة الخطأ في قياس الزوج الآخر، وبناء عليه فإن قياساً دقيقاً لموضع جسيم كالإلكترون له التأثير في جعل كمية حركته مشكوكا فيها، والعكس، ولكن **ولأننا** نحتاج معرفة الموضع وكمية الحركة (الاندفاع) للجسيمات بدقة **للتنبؤ** بحالاته المستقبلية، **فإننا** لن نستطيع ذلك لوجود عدم اليقين **في القياس الحالي**، وبهذا، وبناء على فيزياء الكم، لم يعد الحاضر جازماً بما سيكون عليه المستقبل على نحو دقيق!؟ فهل هذا يعني أن الكون غدا غير معقول؟ الأمر ليس كذلك، فهناك فرق بين دور المصادفة والعشوائية **في ميكانيكا الكم** و**تعميمها** لتصور فوضى تعم الكون بلا قانون يحكمها! لذلك فالاحتمالية النسبية للحالات المستقبلية في الكون **تبقى حتمية**".[29]

يقول مبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ (1927): **"من المستحيل أن نعرف بدقة متناهية في الوقت ذاته كلاً من موضع جسيم كمومي وزخمه (أو سرعته)، لأن هناك حداً طبيعياً لدقة معرفتنا بهذين المتغيرين معاً. كلما زادت دقتنا في معرفة أحدهما، نقصت دقتنا في معرفة الآخر[30]".**

ليس الأمر مشكلةَ أجهزةٍ أو أدوات فحسب، بل إن الطبيعة الكموميّة نفسها لا تسمح بالتحديد المتزامن لكلا الخاصّيتين.

- في النظرة الكلاسيكية: كان يُمكن نظريًّا حساب حركة الكواكب والجُسَيمات بدقّة لا متناهية إذا توافرت المعطيات.
- في النظرة الكموميّة: بُنِيَ الكون على احتماليّة جوهريّة، فلا يمكن استنفاد جميع المعلومات عن جسيمٍ واحد دفعةً واحدة.

---

[29] باول ديفيز، الاقتراب من الله بحث في أصل الكون وكيف بدأ، The Mind of God ترجمة منير شريف ص 45-48 بتصرف شديد.

[30] لتوضيح الفكرة بمثال مبسط: تخيل أنك تحاول التقاط صورة فوتوغرافية لكرة تتحرك بسرعة:

- إذا استخدمت تعريضًا قصيرًا (لقطة سريعة جدًا)، سترى الموقع بدقة، لكنك لن تعرف إلى أين تتجه الكرة ولا سرعتها.
- وإذا استخدمت تعريضًا طويلا (لقطة ببطء)، سترى "خط حركة" الكرة، وستعرف اتجاهها وسرعتها التقريبية، ولكن موقعها الدقيق سيكون مموهًا.

في العالم الكمومي، هذا التشوش ليس خيارًا بيدك، بل هو **جوهر** طبيعة الأشياء نفسها.

"أدت نظرية الكوانتم إلى رفض الحتمية، أو أدت -على الأقل- إلى رفض صـورتها السـطحية التي عبرت عنها عبارة العالم الفرنسي "لابلاس"، فلم تعد "حالة الكون الآن نتيجة مباشرة لماضيه، ولا سبباً حتمياً لمستقبله".

ولو أردنا التوغل أكثر للفهم، قلنا بأن مبدأ "اللاحتمية" The Uncertainty Principle وقد يترجم بمبدأ "الشـك" أو "عدم اليقين" أو "الارتياب"، فحتى تتنبأ بموضـع جسـيم أو سـرعته (الأدق: اندفاعه، أو "زخمه" Momentum) في المستقبل عليك أن تقيس مكانه واندفاعه الآن بدقة، وذلك بتسليط ضوء على الجسيم، إلا أنك لن تستطيع تحديد موضعه بدقة أكبر من المسافة بين ذروات موجات الضوء، وهكذا كلما قصرت طول موجات الضـوء المسـتعمل للقياس زادت دقة القياس، إلا إن الضـوء المسـتعمل للقياس له كمَّات هو أيضـا، وهذه الكمَّات ستؤثر على الجسيم الذي تقيسه، فيغير سرعته أو موضعه، وكلما قصرت طول موجة الضوء المسـتعمل للقياس زادت طاقته التي يصاحبها كماته، وهذا سيزيد التأثير على الجسيم المقيس، فهنا يأتي عدم اليقين، فعدم اليقين عن موضع الجسـيم، مضـروبا في عدم اليقين في اندفاعه، مضـروبا في كتلته لا يمكن أن يكون أصـغر من قدر معين يسـمى ثابت بلانك، ومبدأ اللاحتمية أو عدم اليقين كما يقول سـتيفن هاوكينج في موجز تاريخ الزمان "أعطى الإشـــارة لنهاية حلم لابلاس بنظرية علمية، أو نموذج للكون يكون حتميا بالكلية، ومن المؤكد أن المرء لا يستطيع أن يتنبأ بأحداث المستقبل بالضبط ما دام لا يستطيع حتى أن يقيس الوضع الحالي للكون بدقة "، وقد تأسـسـت مكيانيكا الكم على يد ماكس بلانك ونيلز بور وآينشـتاين، ولويس ديبروي وشرودنجر وهايزنبرج وماكس بورن وباول ديراك، وقد لعب مبدأ عدم اليقين دورا أساسيا في النظرية!!!

هل سبب عدم الدقة يعود إلى تأثير القياس أم إلى طبيعة الجسيم نفسه؟

هنا نفرق بين أمرين:

الجانب	التوضيح
تأثير القياس	بعض التفسـيرات تقول إن مجرد محاولة قياس خاصـية مثل الموضـع تتطلب تفاعلًا مع الجسـيم (مثلاً، قذفه بفوتون لرصده)، وهذا التفاعل يغير بالضرورة من زخمه أو موضعه. إذن: القياس ذاته يفسد ما نحاول قياسه بدقة.
طبيعة الجسيم	تفسـيرات أعمق تقول إن القيود ليسـت نتيجة "إزعاج القياس"، بل إن الجسـيم الكمومي نفسـه لا يملك موضـعًا وزخمًا محددين بدقة قبل القياس أصلاً. أي إن الطبيعة الجوهرية للجسيمات الكمومية تجعلها موزعة كموميًا في طيف من الحالات (تحت وصف دالة موجية)، فلا يوجد موضع أو زخم واحد محدد بشكل حتمي أصلاً.

الخلاصــة هنا: مبدأ عدم اليقين ليس بسـبب قصـور أدواتنا أو "الإزعاج [التأثير، الرفسـة]" الناتج عن القياس <u>فقط</u>، بل أيضـا، بسـبب الطبيعة الجوهرية للجسـيمات الكمومية نفسـها. أي إن العالم الكمومي **غير محدد** على مستوى الصفات المزدوجة مثل الموضع والزخم قبل القياس.

ما الخاصية في الجسيمات التي تسبب ذلك؟

الخاصـية الأسـاسـية هي أن **الجسـيم الكمومي يوصـف بدالة موجية** (wavefunction)، وهذه الدالة الموجية لا تحدد موقع الجسيم أو زخمه بدقة، بل تعطي **توزيعًا احتماليًا** لكليهما.

- الموضع والزخم مرتبطان رياضياً بتحويل فورييه.
- دقة معرفة أحدهما رياضياً تؤدي بالضرورة إلى انتشار وعدم دقة في الآخر.
- هذا يعبر عن **طبيعة الجسيمات الكمومية** نفسها، لا مجرد مشكلات القياس.

ما رأي روجر بنروز في هذا السياق؟

الاقتباس الأول، وملخصه هو التالي: "يرى روجر بنروز أن النظرية الكمومية دقيقة لكنها غير مكتملة، إذ تعاني من مشكلتين رئيسيتين: مشكلة القياس ومشكلة انهيار دالة الموجة. وينتقد الرأي القائل بعدم وجود واقع موضوعي في المستوى الكمومي، ويصفه بالموقف الانهزامي. بنروز يدعو إلى تفسير أكثر إيجابية يعتبر الحالة الكمومية حقيقة موضوعية، لكنه يقر بأن كيفية الانتقال من تطور شرودنجر الحتمي إلى القفزات الاحتمالية عند القياس ما تزال لغزًا."[31]:

- ينتقد بنروز الرؤية التي تقول إنه لا وجود موضوعي للأشياء قبل القياس (كما كان يقول نيلز بور).
- ويرى أن هناك حالة كمومية **و اقعية موضوعية** موجودة بالفعل، تتطور تطورًا حتميًا (بحسب معادلة شرودنجر).
- لكن عند إجراء القياس، تحدث قفزة كمومية غير مفهومة (انهيار دالة الموجة)، وهذه القفزة تخرج عن المسار الحتمي.
- يقر بنروز بوجود **مشكلة القياس**، ويعتبر أن النظرية الكمومية بوضعها الحالي **غير مكتملة** لتفسير العالم كاملاً.

الاقتباس الثاني:

يقول روجر بنروز: "تقود بعض تفسيرات النظرية الكمومية إلى الاعتقاد بأن الأمر يتعلق بنوع من عدم الإتقان المرتبط بعملية القياس ذاتها، وطبقا لهذا، فإن محاولة تعيين موضع الإلكترون ستؤدي لا محالة إلى إعطائه "رفسة" عشوائية ذات شدة يحتمل أن تجعله يندفع بسرعة كبيرة هي التي يدل عليها مبدأ هايزنبرج، وتذهب تفسيرات أخرى (التفسير الثاني) إلى أن الارتياب (عدم اليقين) هو خاصة من خواص الجسيم نفسه، وأن طبيعة حركته ذاتها عشوائي، مما يؤدي إلى أنه لا يمكن التنبؤ بسلوكه في المستوى الكمومي، ويؤكد آخرون (التفسير الثالث) أن الجسيم الكمومي نفسه غير قابل للفهم، ولا يمكن تطبيق المفاهيم الكلاسيكية، كمفهومي الموضع والاندفاع عليه، وأنا شخصيا -بنروز- غير راض عن أي من التفسيرات الثلاثة، فالأول مضلل بعض الشيء، والثاني خطأ بالتأكيد، والثالث متشائم دون مبرر"[32]

- يعرض بنروز ثلاثة تفسيرات لمبدأ عدم اليقين:

---

[31] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 277. **وقد نقلنا الاقتباس كاملا في فصل:** الواقعية وتقابلها الوضعية - التأثير السايكولوجي لتأويل كوبنهاجن.

[32] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 300

- (1)أن القياس بحد ذاته يسبب عدم الدقة (تأثير القياس).
- (2)أن طبيعة حركة الجسيمات عشوائية جوهرياً.
- (3)أن الجسيمات غير قابلة للفهم أصلاً بمفاهيمنا الكلاسيكية.

- ثم يرفضها كلها:
  - التفسير الأول **مضلل** (لأن الموضوع أعمق من مجرد تأثير القياس).
  - التفسير الثاني **خاطئ** (لأن الحركة ليست عشوائية بالكامل بل تطورية عبر معادلة شرودنجر).
  - التفسير الثالث **متشائم دون مبرر** (لأنه يتنازل عن محاولة الفهم بالكامل).

رأي بنروز الشخصي:

الواقع الكمومي موجود موضوعياً (ليس مجرد ناتج للقياس)، لكننا نحتاج إلى فهم أعمق من النظرية الكمومية التقليدية لتفسير العلاقة بين الحالة الكمومية والواقع الذي يظهر عند القياس.

الخلاصة الكلية:

- مبدأ عدم اليقين **ليس فقط** بسبب تأثير القياس، بل بسبب **الطبيعة الجوهرية للجسيمات الكمومية** التي لا تملك موضعًا وزخمًا محددين في آن واحد.
- الجسيمات الكمومية تتبع وصفًا احتماليًا عبر دوال موجية.
- روجر بنروز يرى أن النظرية الكمومية تعطينا وصفًا حقيقياً للعالم لكنه ناقص، ويريد تفسيرًا أعمق يتجاوز مشكلة القياس وانهيار دالة الموجة.
- بنروز ينتقد التفسيرات الشائعة ويؤمن بوجود واقع كمومي حقيقي ومستقل عن وعينا، لكنه يرى أن فهم هذا الواقع يحتاج إلى تقدم علمي أكبر مما توفره النظرية الكمومية التقليدية.

هل يعني ذلك الفوضى؟

هنا نقطة دقيقة:

- رغم أن النتائج الفردية لا يمكن التنبؤ بها، إلا أن سلوك مجموعات كبيرة من الجسيمات يخضع لقوانين إحصائية دقيقة جدًا.
- هذا ما يجعل مثلاً "الغازات" أو "الأجسام الصلبة" تتصرف تصرفًا حتميًا تقريبًا على المستوى العياني.

إذن:

- العالم الصغير (الذري) تحكمه الاحتمالات.
- العالم الكبير (العادي) يظهر حتميًا بفضل تجميع تلك الاحتمالات عبر أعداد هائلة من الجسيمات.

هل يعني مبدأ عدم اليقين "غياب الو اقعية"؟

هنا اختلف العلماء:

- **آينشــتاين** رفض قبول أن الطبيعة تقوم على الصــدفة البحتة، وقال عبارته المشــهورة: "إن الله لا يلعب النرد".
- بينما **بور** رد عليه قائلاً: "توقف عن إخبار الله بما عليه أن يفعله".
- **آينشتاين** اعترض قائلاً: "أؤمن أن القمر موجود، حتى لو لم أكن أنظر إليه".
- **شرودنجر** رفض أن تكون القطة فعلا حية وميتة في نفس الوقت، ورأى أن التفسير فيه خلل.
  - **روجر بنروز** اليوم ينتقد فيزياء الكم الحالية قائلاً: إنها "نظرية غير مكتملة."
  - وإن ظاهرة انهيار الدالة الموجية قد تكون مرتبطة بظواهر فيزيائية أعمق مثل الجاذبية.

النقاش هنا لم يكن عن وجود قوانين أم لا، بل عن طبيعة هذه القوانين: هل الطبيعة تملك واقعية موضوعية مستقلة حتى بدون مراقب؟ أم إن الخصائص الفيزيائية تتحدد فقط عند الملاحظة؟

التشابك الكمومي[33] (Quantum Entanglement)

تعلم الفيزياء الكلاسيكية أن الشحنة المتحركة تولد مجالًا مغناطيسيًا، لكن في ميكانيكا الكم، يمتلك الإلكترون خاصية مغناطيسية تُعرف بالعزم المغناطيسي الذاتي (Magnetic Moment) وهي ناتجة عن خاصية كمومية تسمى 'اللف المغزلي' أو 'السبين(Spin) '، وهي ليست دورانًا فعليًا فيزيائيًا حول المحور كما في الأجسام الصلبة، بل هي خاصية داخلية لا يمكن تفسيرها بالحركة الميكانيكية الكلاسيكية. وقد بيّنت الحسابات أن تفسير العزم المغناطيسي للإلكترون على أنه ناتج عن دوران فيزيائي حول نفسه يتطلب سرعات تفوق سرعة الضوء أو أحجامًا غير واقعية، ولذلك يُعد "السبين" 'اللف المغزلي' خاصية كمومية أساسية غير مشتقة، بل تُؤخذ على أنها من الصفات الجوهرية للجسيمات.

في ظاهرة التشابك الكمومي، عندما يُنتج زوج من الإلكترونات في حالة تشابك، تكون حالتا "السبين" (الاتجاه المغزلي) لهما مرتبطتين بطريقة متكاملة: إذا كان "سبين" أحدهما في اتجاه معين، فإن "سبين" الآخر يكون في الاتجاه المعاكس، بغض النظر عن المسافة الفاصلة بينهما. عند قياس "سبين" أحد الإلكترونين، تُحدد فورًا حالة الآخر. وقد أثارت هذه الظاهرة نقاشًا فلسفيًا وعلميًا واسعًا، خاصة عندما اعتبرها آينشتاين ومساعداه بمثابة 'أثر شبحي عن بعد'، واقترحوا تفسيرًا مبنيًا على 'متغيرات خفية' مبرمجة سلفًا. غير أن

---

[33] "في عالم الجسيمات دون الذرية يشير التشابك الكمّي لوجود "نوع من الارتباط" بين الجسيمات المتشابكة كميا مفاده أنه حينما نقرأ لف الجسيم "أ" في لحظة ما فإنه عند قراءة لف الجسيم "ب" المتشابك معه كمياً في نفس اللحظة سوف تكون معاكسة، كأن يكون أحد الجسيمين "أعلى" فيكون الآخر "أسفل"، والعكس صحيح، وذلك حينما تُتخذ القياسات في نفس الاتجاه. مهما كان موضع الجسيمين، حتى لو قررنا وضع كل جسيم منهما في أحد جانبي مجرة عرضها 220 ألف سنة ضوئية، أو حتى حينما نضعهما في جانبي الكون نفسه، سوف نرصد تلك العلاقة". حينما أخطأ آينشتاين، شادي عبد الحافظ، ميدان، الجزيرة، و نوبل للفيزياء 2022.

تجارب "جون بيل" وتجارب "آلان آسبكت" اللاحقة أثبتت رياضيًا وتجريبيًا أن هذه النتائج لا يمكن تفسيرها بواسطة متغيرات محلية مخفية، مما يشير إلى أن الترابط بين الجسيمات المتشابكة هو لا محلي.

إذن، يُعدّ التشابك الكمومي من أعجب الظواهر في ميكانيكا الكم؛ حيث يكون لجسيمين متشابكين حالة كمومية مشتركة تجعل قياس أحدهما يؤثر فورًا على حالة الآخر، مهما بلغت المسافة بينهما. هذه الظاهرة تتحدى المفهوم الكلاسيكي للمحلية، والذي يفترض أن التأثير الفيزيائي لا يمكن أن ينتقل أسرع من سرعة الضوء. وقد أظهرت تجارب عديدة استنادًا إلى نظرية بيل أن هذه التأثيرات لا يمكن تفسيرها ضمن إطار المتغيرات المحلية الخفية، مما دفع بعض العلماء إلى قبول وجود نوع من 'الترابط اللامحلي' في البنية الأساسية للكون.

يُعَدُّ التشابك الكمي من أبرز الظواهر التي تُثير تساؤلات حول مفهوم السببية. في هذه الحالة، يتشارك جُسيمان أو أكثر في حالة كمية مشتركة، بحيث يؤثر قياس حالة أحدهما فورًا على حالة الآخر، بغض النظر عن المسافة الفاصلة بينهما. هذا التأثير اللحظي يبدو متعارضًا مع مفهوم النسبية التقليدي، الذي يفترض أن التأثيرات لا تنتقل أسرع من سرعة الضوء.

السؤال الذي نطرحه: ما علاقة خصائص الإلكترونات والتشابك بالاستقرار الكوني؟

بغض النظر عن تأويلات ميكانيكا الكم وتفسيراتها، فإن المهم الذي نريد أن نطرحه في هذا **السؤال** هو: حيث إن الصفة الأهم التي نلاحظها في المادة العيانية في الكون هي صفة القصور الذاتي، فالجماد مثلا يبقى ساكنا لا يتحرك، وإن تحرك بسرعة معينة واتجاه معين بقي على تلك السرعة وذلك الاتجاه إلى أن تؤثر عليه قوة أخرى تغير من اتجاهه أو سرعته، وهذه صفة أساسية ثابتة في الكون، **وهي التي أفضت للاستقرار والاتزان اللازمين للانتظام**، فهل لنا أن نقول بأن وجود **الأزواج من كل شيء**، مادة ومادة مضادة، إلكترون اتجاهه المغزلي مع عقارب الساعة وآخر عكسها، وهكذا، هل هي إلا ترتيب مهم مسبق لأجل بلوغ القصور الذاتي فيلغي بعض تلك القوى والمجالات بعضها الآخر حتى تصل المادة إلى القصور الذاتي؟ فهذه الصفات الكمومية إن شئت، على المستوى الذري، حين تتشكل منها الأجسام العيانية تلغي بعضها بعضا حتى **تصل المادة في الكون العياني إلى الانتظام والاتزان والاستقرار!** وإلى **إلغاء الصفات الكمومية**؟ هذا سؤال للتفكر لا نملك تدليلا عليه! لكننا **نعلم يقينا من العلماء كلهم أن ظواهر الكم لا تصلح لتفسير الكون العياني ولا تنطبق عليه**، وهو ما يعطي زخما للسؤال!

التساؤل المهم :هل هذه الخصائص، حين تنتقل إلى المستوى العياني عبر تراكم أزواج الجسيمات، تُسهِم في إلغاء القوى المتعاكسة، وبالتالي تحقق القصور الذاتي والاستقرار الكوني الضروري للحياة والنظام؟

مع أن هذا الطرح تأملي، إلا أنه يفتح الباب أمام فهم أعمق لكيفية الانتقال من الكمومية إلى الاستقرار الكوني العياني.

المحليـة Locality وتقـابلهـا اللامحليـة، المتغيّرات الخفيّـة (Hidden Variables) والتفسيرات البديلة لتفسير كوبنهاجن:

حاولت بعض النظريّات (مثل نظرية دي بروي-بومDe Broglie-Bohm) إعادة الحتميّة إلى عالم الكم عبر افتراض متغيِّرات خفيّة، بحيث يكون للواقعية استقلالٌ حقيقيٌّ عن الراصد، مع بقائها منسجمة ظاهريًّا مع النتائج الكموميّة. مثل **تفسير المتغيرات الخفية (Hidden Variables)** الذي اقترحه آينشتاين، وقوامه: أن هناك متغيرات خفية لم تُكتشف بعد تتحكم بسلوك الجسيمات، مما يعيد الحتمية إلى الصورة، لكن هذه التفسيرات تصطدم هي الأخرى بأسئلة حول اللامحليّة وتشوُّش النتائج التجريبيّة.

وقد حاول آينشتاين أن يَجْبُر مسألة الحتمية، ومسألة المحلية باقتراح وجود "متغيرات خفية Hidden variables" وهي أشياء غائبة لا نعرفها بعد - ربما بسبب التكنولوجيا أو مشكلات القياس أو أي شيء آخر - تمنعنا عن فهمٍ واضحٍ للنظرية، أو تجعل النظريةَ قادرةً على **الوصف الو اقعي** للأشياء، وأن تحل مشكلة اللامحلية، حيث إن مفهوم المحلية في النظرية النسبية هي: "أن العلاقات ما بين الأجسام لا يمكن أن تتم بأسرع من سرعة الضوء".[34]، كما إن مفهوم المحلية يعني أن الجسمين المنفصلين المتآثرين لا بد من وسائط بينهما ليحصل التآثر، لكن ثبت خطأ فكرة آينشتاين حول المتغيرات الخفية، إذ تمت البرهنة على وجود التآثر اللحظي بين الكترونين تفصلهما مسافات شاسعة، من خلال **التشابك الكمي**، وبسرع تفوق سرعة الضوء كما تفترض فيزياء الكم، فثبتت صحة فكرة اللامحلية، **ولكن هذا لا يعني صواب فكرة الوضعية بديلا لفكرة الو اقعية**.

تفسيرات العوالم المتعدّدة

اقترح هيو إيفريت تفسير العوالم المتعددة(Many-Worlds Interpretation) ، حيث لا "ينهار" شيء، بل تتفرع دالة الموجة لتُحقِّق جميع الاحتمالات في "عوالم" موازية. ورغم جاذبيّة هذه الفكرة لبعض الفيزيائيين، فإنها تصطدم بعدم إمكانيّة التحقّق التجريبي المباشر، ما يجعلها أقرب إلى استنتاج فلسفيٍّ.

---

[34] دعنا نفترض أن الشمس اختفت حالاً من موضعها، متى يمكن أن نشعر على الأرض بذلك؟ بحسب النسبية: ليس قبل ثماني دقائق، خلال تلك الدقائق سوف تستمر الأرض في الدوران حول المركز الوهمي موضع اختفاء الشمس، حيث سيأخذ زوال تأثير الجاذبية أعلى سرعة ممكن في الكون حتى يصل للأرض، وهي سرعة الضوء، لكن ميكانيكا الكم هنا تفترض أنه يمكن لعلاقة ما أن تتخطى تلك السرعة القصوى! أنظر: حينما أخطأ آينشتاين، شادي عبد الحافظ، ميدان، الجزيرة، و نوبل للفيزياء 2022.. كيف أثبت الفيزيائيون أن ألبرت أينشتاين كان مخطئا؟ شادي عبد الحافظ، ميدان، الجزيرة.

الفصل الخامس: عدم صلاحية ميكانيكا الكم لتفسير الكون العياني

تقول د.يُمنى الخولي في كتاب فلسفة العلم في القرن العشرين بعد أن قامت بسرد لأهم الإخفاقات في الفيزياء الكلاسيكية وظهور فيزياء الكوانتم: "إن عالم الكوانتم والذرة والإشعاع عالم لاحتمي، وهذا انقلاب جذري في إبستمولوجيا العلم من النقيض إلى النقيض من الحتمية إلى اللاحتمية"[35]، وسيتبين لنا خطأ هذا التصور المبني على جملة من الأخطاء المعرفية في فهم الموضوع.

بعد هذه المقدمة نقول: يُنَظِّرُ بعض علماء فيزياء الكم أو "الكوانتم": بأن أحداث "الكم" غير محتومة بالأسباب المؤدية إليها، وحاول منظرو فيزياء الكم -الذين **يخلطون** بين مصطلح العدم الفيزيائي (اللاشيء، الفراغ) ومصطلح العدم الفلسفي (نقيض الوجود)- حاولوا إضعاف الصلة بين السبب والنتيجة، وبالتالي - يقول باول ديفيز، شارحا للفكرة نافيا لها- "دعني أوضح النقطة العامة في جوهر مشكلة الأصل هذه، وهي أن الانفجار الكبير يبدو وكأنه حدث فيزيقي بدون سبب، وهو ما يتنافى مع قوانين الفيزياء! ... ونتذكر أنه في قلب ميكانيكا الكم هناك مبدأ هايزنبرج الخاص بعدم اليقين، والذي يعني أن كل كميات يمكن قياسها (أعني الموضع والتوقيت والطاقة) هي مما لا يمكن التنبؤ بقيمها ذات الطبيعة المتقلبة، وعدم القابلية للتنبؤ يعني أن عالم الأشياء المتناهية في الصغر هو عالم لا حتمي، أي حر الإرادة والاختيار، وباستعمال الأسلوب الرائع لآينشتاين "الله لا يلعب النرد مع الكون"، أي إن أحداث الكم غير محتومة بالأسباب المؤدية[36] إليها حتى ولو كان حدث اضمحلال إشعاع الجُزيء الذري يتأكد من خلال النظرية، والخلاصة أن الـمُخْرِجَ الفعلي لأي كمية محددة غير معروف، وبإضعاف الصلة بين السبب والنتيجة فقد أمدتنا ميكانيكا الكم بطريقة مهذبة لتطويق مشكلة أصل الكون، لأنه إذا وُجدت طريقة تسمح للكون بالوجود من اللاشيء تقريبا كتدفقات الكم، فليس ثمة قوانين للفيزياء قد انتهكت!

وبكلمات أخرى، كما يرى بعض علماء الكم، فإن المظهر **التلقائي (الذاتي) للكون** ليس مفاجأة لأن الظواهر الفيزيائية أو الأشياء الفيزيائية تأخذ مظهرا تلقائيا طوال الوقت وبدون تعريف جيد للأسباب المؤدية لذلك، هذا في عالم متناهيات الصغر (عالم الكم)، علماء الكم إذن لا يحتاجون لأي دعوى بقوة خارقة تجعل العالم موجودا، أكثر من احتياجهم لتفسير ظاهرة اضمحلال الإشعاع الذري لدى حدوثه، وكل هذا يعتمد بالطبع على **مدى صلاحية نظرية الكم عندما تتصدى للكون ككل**، وهو الأمر غير الواضح تماما".[37]

---

[35] د. يُمنى طريف الخولي: "فلسفة العلم في القرن العشرين"، ص 179 و ص 183سلسلة عالم المعرفة ديسمبر 2000.

[36] أنظر على سبيل المثال مناظرة بين حمزة تزوريتزيس، والبروفسور لورنس كراوس، حيث قام الأخير برفض أي أشكال التفكير السببي والاستنتاج المنطقي والبراهين العقلية. وهذا ما يفسر رفض كراوس لمبدأ السببية!

[37] باول ديفيز، الاقتراب من الله بحث في أصل الكون وكيف بدأ، The Mind of God ترجمة منير شريف ص 80-81

يقول باول ديفيز في الكتاب نفسه: "وكما هو مشروح في الفصل الأول فإن قابلية التطبيق العملي لميكانيكا الكم **تنحصـــر** في الذرات والجزيئات والجســيمات الأولية (ما هو أصــغر من الذرة) وتأثيرات ميكانيكا الكم **جديرة بالإهمال** فيما يتعلق بما هو عياني أي ما يمكن رؤيته بالعين المجردة"[38]

ويقول روجر بنروز: "إن المستوى الكمومي هو مستوى الجزيئات والذرات والجسيمات دون الذرية، وهو ما يســمى عادة مســتوى الظواهر "ذات المقياس الصــغير" جدا، أو المجهرية، إلا أن هذا "الصــغر" لا يتعلق في الحقيقة بالأبعاد الفيزيائية، وسـوف نرى أن الآثار الكمومية يمكن أن تحدث على مسـافات تبلغ أمتارا أو حتى سـنين ضـوئية عديدة، وسـيكون الأمر أقرب إلى الصـواب إذا قلنا أن ظاهرة ما تقع في "المسـتوى الكمومي" إذا كانت لا تتضمن سوى فروقا صغيرة جدا في الطاقة، أما المستوى الكلاسيكي فهو المستوى الجاهري أو العياني الذي نتعامل معه مباشرة أكثر من غيره"[39] ويقول أيضا: "ينبغي قبل كل شيء التذكير بأن النظرية الكمومية لا تنطبق بصــورة معقولة (وربما مفيدة) إلا على ما اصــطلح على تســميته بالمســتوى الكمومي، أي مســتوى الجزيئات والذرات والجســيمات دون الذرية، لكنها تطبق أيضــا على الأجســام ذات الأبعاد الأكبر طالما بقيت فروق الطاقة بين الإمكانات المختلفة صغيرة، وفي هذا المسـتوى الكمومي يجب أن تعامل مختلف "الإمكانات" وكأنها أشــياء يمكن أن توجد معا على شــكل انضــمام خطي عقدي، معاملاته تدعى ســعات الاحتمال، وكل مجموعة من هذه الإمكانات مبنية بهذا الشــكل بمعاملات عقدية تعين حالة كمومية، وكل جملة كمومية ينبغي أن توصـف بوسـاطة إحدى هذه الحالات، وغالبا لا يكون هناك -وهذا واضـح بصـورة خاصـة في حالة الدوران المغزلي (Spin) ما يســمح بالتمييز بين تركيب "الإمكانات"، والإمكانات "الفعلية" المؤلفة للحالة الكمومية، وعلى أية حال، وطالما أن الجملة باقية في المسـتوى الكمومي، **فإن حالتها الكمومية تتطور بطريقة حتمية تماما**، وذلك وفق الإجراء U الذي تحكمه معادلة شرودنغر.

أما حين تضخم آثار الإمكانات الكمومية المختلفة حتى تبلغ المسـتوى الكلاسـيكي بحيث تصـبح الفروقات بين هذه الإمكانات كبيرة لدرجة يمكننا معها رؤيتها، فإنه يبدو أن الانضــمامات الخطية ذات المعاملات العقدية، لا يعود لها وجود... يمكن، وبحجج قوية، دعم الرأي القائل أن الحالة الكمومية تمثل صــورة موضـوعية، **لكن الحالات الكمومية تصـبح معقدة جدا حين يتعلق الأمر بعدة جسـيمات، ولا تعود عندئذ للجسيمات المفردة "حالات" خاصة بها، ولا توجد إلا تشابكات" معقدة مع الجسيمات الأخرى**، يطلق عليها اسم الترابط Correlation." [40].

---

[38] باول ديفيز، الاقتراب من الله بحث في أصل الكون وكيف بدأ، The Mind of God ترجمة منير شريف ص 80

[39] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 287

[40] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 352

من عالم الكم إلى الكون العياني: أسئلة نقدية كبرى حول الحتمية والو اقع:

يجب قبل طرح الأسئلة الكبرى أن نقرر هذه الحقيقة:

العالم الموضوعي الذي نعيش فيه – عالم الأجسام والظواهر الكبيرة – يسير وفق علاقات وقوانين رياضية دقيقة، كما أثبتت الفيزياء الكلاسيكية عبر أعمال نيوتن، وغاليليو، وماكسويل، وآينشتاين، وقبلهم علماء المسلمين[41] الأفذاذ كابن الهيثم، وفخر الدين الرازي، وابن سينا، وهبة الله ابن ملكا البغدادي، وغيرهم.

---

[41] القانون الأوَّل للحركة: يشير القانون الأول للحركة في علم الفيزياء إلى أنه إذا كان مجموع الكَمِّيَّات الموجَّهة من القوى التي تؤثِّر على جسم ما صفرًا، فسوف يظلُّ هذا الجسم ساكنًا، وبالمثل فإن أي جسم متحرِّك سيظلُّ على حركته بسرعة ثابتة في حالة عدم وجود أيَّة قوى تؤثِّر عليه، مثل قوى الاحتكاك. وقد جاء ذلك في قالب نيوتن الرياضي حيث قال: "إن الجسم يبقى في حالة سكون أو في حالة حركة منتظمة في خطٍّ مستقيم ما لم تُجبره قوى خارجيَّة على تغيير هذه الحالة". وإذا جئنا إلى علماء المسلمين ودورهم في ذلك؛ نجد أن الشيخ الرئيس ابن سينا (980-1037 م) (في كتابه (الإشارات والتنبيهات) صاغ ذلك بلفظه فقال: "إنك لتعلم أن الجسم إذا خُلِّي وطباعه، ولم يَعْرِضْ له من خارجٍ تأثيرٌ غريبٌ، لم يكن له بُدٌّ من موضع معيَّن وشكل معيَّن، فإن في طباعه مبدأ استيجاب ذلك، وليست المعاوقة للجسم بما هو جسم، بل بمعنى فيه يطلب البقاء على حاله".

والواضح لنا من النصِّ السابق أن تعبير ابن سينا للقانون الأول للحركة يمتاز عن تعبير إسحاق نيوتن الذي جاء بعده بأكثر من ستَّة قرون؛ وفيه يؤكِّد على أن الجسم يبقى في حالة سكون أو حركة منتظمة في خطٍّ مستقيم ما لم تجبره قوى خارجيَّة على تغيير هذه الحالة؛ بما يعني أن ابن سينا هو أول من اكتشف هذا القانون!

القانون الثاني للحركة: وهذا القانون يربط بين مجموع القوى المؤثِّرة على الجسم وعلى زيادة سرعته، وهو ما يُعرف بالعجلة، وتكون العجلة متناسبة مع حجم القوَّة وفي نفس اتجاهها، ويُعتبر ثابتُ هذا التناسب بمنزلة كتلة الجسم (ك).

وقد جاء ذلك في قالب نيوتن الرياضي حيث قال: "إن القوَّة اللازمة للحركة تتناسب تناسبًا طرديًّا مع كلٍّ من كتلة الجسم وتسارعه، وبالتالي فإنها تُقاس كحاصل ضرب الكتلة × التسارع، بحيث يكون التسارع في نفس اتجاه القوَّة وعلى خطِّ ميلها".

وإذا جئنا إلى علماء المسلمين، فلك أن تتأمل -مثلاً- قول هبة الله بن ملكا البغدادي (480-560هـ/ 1087-1164م) في كتابه (المعتبر في الحكمة)؛ حيث يقول: "وكل حركة ففي زمان لا محالة، فالقوة الأشدُّ تُحرِّك أسرع وفي زمن أقصر... فكلَّما اشتدَّت القوَّة ازدادت السرعة فقصر الزمان، فإذا لم تتناهَ الشدَّة لم تتناهَ السرعة، وفي ذلك تصير الحركة في غير زمان أشدَّ؛ لأن سلب الزمان في السرعة نهاية ما للشدَّة". وفي الفصل الرابع عشر الموسوم (الخلاء) قال بلفظه: "تزداد السرعة عند اشتداد القوَّة، فكلما زادت قوَّة الدفع زادت سرعة الجسم المتحرِّك، وقصر الزمن لقطع المسافة المحدَّدة". وهو بالضبط ما نسقه نيوتن في قالبه الرياضي، وأسماه القانون الثاني للحركة!!

القانون الثالث للحركة: وهو يعني أنه إذا تفاعل جسيمان، فإن القوَّة التي يؤثِّر بها الجسيم الأول في الجسيم الثاني (تسمَّى قوَّة الفعل) تساوي بالقيمة المطلقة، وتعاكس بالاتجاه القوَّة التي يؤثِّر بها الجسيم الثاني في الأول (تسمَّى قوَّة رد الفعل). وقد صاغ نيوتن ذلك القانون في قالبه الرياضي فقال: "لكل فعل ردُّ فعل، مساوٍ له في المقدار ومضادٌّ له في الاتجاه".

وقبله بقرون، وفي كتابه (المعتبر في الحكمة) أورد أبو البركات هبة الله بن ملكا ما نصُّه: "إن الحلقة المتجاذبة بين المصارعين لكل واحد من المتجاذبين في جذبها قوة مقاومة لقوة الآخر، وليس إذا غلب أحدهما فَجَذَبَهَا نحوه يكون قد خلت من قوة جذب الآخر، بل تلك القوة موجودة مقهورة، ولولاها لما احتاج الآخر إلى كل ذلك الجذب".

وهو نفس المعنى الذي ورد أيضًا في كتابات الإمام فخر الدين الرازي (544 - 606هـ/1150- 1210م) في كتابه (المباحث المشرقية في علم الإلهيات والطبيعيات) حيث يقول: "الحلقة التي يجذبها جاذبان متساويان حتى وقفت في الوسط، لا شكَّ أن كل واحد منهما فعل فيها فعلاً معوَّقًا بفعل الآخر".

فالواقع الفيزيائي موجود بصــورة مســتقلة عنا، **ولا تتأثر كيفية وجوده مطلقا بالطريقة التي يمكن أن تختارها للنظر إليه**، إلا أنه ومع ذلك فإن وجود الأجسـام الصـلبة ومتانة المواد وخواصـها الفيزيائية، وطبيعة الكيمياء وألوان الأشـياء، وظواهر التجمد والغليان، وكثير من الخواص الأخرى المألوفة، يحتاج تفسـيرها إلى النظرية الكمومية،(أي يتطلب اللجوء إلى أدوات ميكانيكا الكم، التي تتعامل مع العالم الذري ودون الذري)، فالعالم الذي نعيش فيه يجمع ما بين الفيزياء الكلاسـيكية وقوانينها ونظرتها، وفيزياء الكم وآثارها،[42] مع الأخذ بالاعتبار أن هذه النظريات ما زالت مؤقتة وناقصـة، وفيها مناطق غامضـة وتناقض بعضـها بعضـا في مواطن كثيرة.

العالم إذن مزيج من قوانين كلاسيكية دقيقة وسلوك كمومي على المستويات الصغيرة – مع ضرورة الوعي بأن النظريتين لا تزالان غير مكتملتين وتحتويان على مناطق غموض وتناقض تحتاج إلى تفسير أعمق.

أسئلة نقدية كبرى:

الســؤال الأول: طرحناه في ذيل فصــل: التشــابك الكمومي، حول ما علاقة خصــائص الإلكترونات والتشابك بالاستقرار الكوني؟

السؤال الثاني: كيف تنتظم الذرات في كيانات عيانية حتمية؟

ذرات المادة تخضع لسلوك كمومي في بنيتها الفردية، لكن عند اجتماعها في منظومات كبرى (مثل يد تمثال رخامي أو كرة بلياردو)، لا يظهر السلوك الاحتمالي، بل تسود الحتمية والسببية الصارمة.

مثلاً:

- في داخل المادة، الذرات والإلكترونات في حالة حركة مستمرة (اهتزازات حرارية)،
- ورغم الفوضى العشوائية لكل حركة على حدة، فإن الحصيلة الكلية تلغي نفسها، فتبقى اليد ساكنة والتمثال جامدًا[43].

بل إن ابن الهيثم (354 هـ/965م-430 هـ/1040م) كان له نصيب منه أيضًا، حيث قال في كتابه (المناظر): "المتحرِّك إذا لقي في حركته مانعًا يمانعه، وكانت القوة المحرِّكة له باقية فيه عند لقائه المانع، فإنه يرجع من حيث كان في الجهة التي منها تحرَّك، وتكون قوَّة حركته في الرجوع بحســب قوَّة الحركة التي كان تحرَّك بها الأوَّل، وبحسب قوَّة الممانعة". أنظر: إسهامات علماء المسلمين في الفيزياء، د. راغب السرجاني.

[42] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 275-276 بتصرف

[43]: تتألف كرة البلياردو من ذرات مرتبطة بقوى كهرومغناطيسـية، أعطتها خاصـية الصـلابة، وهذه الذرات كلها على المسـتوى الذري كمومية، لكنها حين اجتمعت في نظام مرئي لم تعد تتصرف بناء على ما تتصرف عليه لو كانت ذرات منفصلة مبعثرة، وأضحت سـببية حتمية قطعا، كذلك الأمر فإن الجسـم السـاكن، وليكن يد تمثال رخامي، فهذه اليد على سـبيل المثال تقوم فيها الذرات داخليا -كما في أي مادة- بحركة دؤوبة، فأنت مثلا لو سـخنت سـلكا نحاسـيا، فسـتهيج الإلكترونات فيه وتتحرك حركات عشـوائية وقد يتمدد المعدن بالحرارة ويتقلص بالبرودة، وحركات الذرات في داخل المادة، من تمدد وتقلص، ودوران وتذبذب واهتزاز، هذه الحركات خاضعة لقوانين صارمة

The invisible motion of still objects - Ran Tivony

وإن كانت الاتجاهات الناشـئة عن الحركة عشـوائية جدا، **لكنها في المحصـلة يلغي بعضـها بعضـا، فتبقى المادة سـاكنة**، **ولو لم تلغ بعضـها لتحركت المادة باتجاه دفع حركات الذرات المتغلب على غيره**، ولكن هذا لا يحصل فالمحصلة أن هذه الحركات العشوائية يلغي بعضها بعضا مع

التسـاؤل المهم: كيف ولماذا أدى اجتماع الذرات إلى "تعطيل" الطابع الكمومي العشـوائي على المسـتوى العياني وإبراز نظام حتمي مسـتقر؟ هذا الانتقال من الكمومي إلى الكلاسـيكي يتطلب تفسـيراً أكثر من مجرد وصف إحصائي؛ يتطلب تفسيراً للآلية التي تُنتج الانتظام من الفوضى الكمومية.

السؤال الثالث: هل يصح تعميم ظواهر الكم على الكون كله؟

الظواهر الكمومية مثل التراكب وعدم اليقين هي خصـائص أنظمة صـغيرة معزولة تحت ظروف معينة. ولكن الكون العياني: مكون من منظومات مترابطة ضخمة، ويظهر سلوكًا حتميًا ومنظمًا، وتديره قوانين دقيقة مثل الديناميكا الحرارية والنسبية العامة.

التساؤل المهم: كيف يسوغ لبعض النماذج تعميم سلوك الذرات المعزولة على الكون بأسره (كما في بعض نماذج "الخلق الكمومي")، رغم أن الخصائص الكمومية تنهار تمامًا في الأجسام العيانية؟

التعميم إذن يحتاج إلى تدقيق شـديد: ما يصح في نظم صـغيرة معزولة لا يصح بالضـرورة في نظم كونية ضخمة مفتوحة.

إزالة التداخل (Decoherence) بين الوصف الإحصائي والواقع الفيزيائي:

ماذا تعني إزالة التداخل؟ إزالة التداخل هي العملية التي تفسـر كيف ينتقل النظام الكمومي من سـلوكٍ غريب مليء بالتراكب والاحتمالات، إلى سلوك كلاسيكي حتمي مألوف. فعندما تتفاعل أنظمة كمومية مع بيئتها (مثل الهواء أو الإشـعاع)، تفقد الحالات الكمومية (مثل التراكب) coherence أو "الترابط الطوري"، فتنهار السلوكيات الكمومية بسرعة في الأنظمة العيانية، وتظهر هذه الأنظمة كما لو أنها تخضع لقوانين كلاسيكية حتمية.

يُشـير مفهوم إزالة التداخل إلى كيفية فقدان النظم الكموميّة المفتوحة (أي التي تتفاعل مع بيئتها المحيطة) خصـائصـها الغامضـة (مثل التراكب) عندما تتفاعل مع البيئة المحيطة؛ أي إنها تفقد تراكباتها الموجيّة الدقيقة بسرعةٍ عالية عندما يصبح عدد درجات الحرية في البيئة كبيرًا. فالجزيئات الكبيرة أو الأنظمة العيانيّة تُبدّد التداخل بسـرعة، مما يجعلها تبدو "كلاسـيكيّة" وحتميّة. لكن السـؤال الأسـاسـي: هل هذه العملية وصـفٌ فيزيائيٌّ واقعيٌّ لكيفيّة تحوُّل العالم الكمومي إلى عالَمٍ عيانيٍّ؟ أم إنّها وصـفٌ إحصـائيٌّ لا يحلّ لغز الانهيار؟

يتجسّـد هذا في مثال الإلكترون أو الفوتون المفرد: حين يكون في معزلٍ عن المؤثّرات الخارجية، يمكنه البقاء في حالة تراكبٍ واضح. لكن ما إن يتفاعل مع جزيئات الهواء أو الإشعاع الحراري أو أي منظومة ضخمة

عشوائيتها الشديدة، **ولا بد أن هذا نتاج قوانين صارمة**، بدليل بقاء اليد ساكنة لا تتحرك، **وبقاء أي جسم جمادي ساكنا قاصرا قصورا ذاتيا**، فالسؤال هنا، كيف تعطلت الكمومية تماما وانتظمت على المستوى العياني، وحين اجتمعت الذرات مع بعضها في أنظمة عيانية، وأضحت سببية تماما، حتمية تماما، منتظمة التصرف تماما!

في المحيط، حتى تنتشـر المعلومات الكموميّة (الطورPhase) وتتشـوّه؛ فيصـبح من شـبه المسـتحيل رصـد التداخل الموجي بحالته الأولى.

لماذا نراه في الأجسام الكبيرة أشدّ وضوحًا؟

في الأجسـام العيانية (مثل كرة قدم، أو حجر)، تحتوي المنظومة على عدد هائل من الجسـيمات المترابطة. وأي "تراكب كمومي" لأوضـاعٍ مختلفة لهذا الجسـم ينهار بسـرعةٍ فائقة بفعل تفاعلها مع محيطها (الهواء، الإشعاع، الحرارة...)، وعند مستويات عالية من درجات الحرية، تتبدّد أطوار الدوال الموجية على نحوٍ لا يمكن معه استعادة نمط التداخل؛ فيظهر سلوك الجسم حتميًّا يشبه تمامًا قوانين نيوتن.

هل إزالة التداخل تفسيرٌو اقعيٌّ أم إحصائيٌّ؟

يرى كثيرٌ من الفيزيائيين أنّ إزالة التداخل عبارة عن وصـفٍ إحصـائيٍّ دقيقٍ للانتقال من الحالة الكموميّة إلى الحالة الكلاسيكيّة، لكنها **لا تُفسِّر** بشكل جوهريٍّ آلية "انهيار الدالة الموجيّة" (Wavefunction Collapse) ولا تحدِّد اللحظة التي تتحوّل فيها المنظومة من تراكبٍ محتملٍ إلى واقعٍ محدَّد، وهناك محاولاتٌ لربط إزالة التداخل بمسـألة القياس ذاتها، بحيث يكون التفاعل مع البيئة بمثابة "راصـد" عمليٍّ يفكُّ ترابط الحالة. لكن يظلّ السؤال الفلسفيّ: هل هذا التفاعل الإحصائي يحلّ لغز الانهيار أم يصف مراحله فقط؟

هل تفسر إزالة التداخل الانتقال فعلاً؟

إزالة التداخل توضح كيف *تختفي* مظاهر الكمومية، لكنها لا تشـرح *لماذا* أو *متى* يحدث "الانهيار" إلى واقع محدد، أي إنها تقدم وصفًا إحصائيًا لا تفسيرًا كاملاً للانتقال من احتمالية إلى حتمية!

نقد علمي:

إزالة التداخل تخبرنا عن كيفية تلاشـي التراكب عند التفاعل مع البيئة، لكنها لا تشـرح الظهور النهائي للواقع العياني كما ندركه، مما يترك ثغرة فلسفية مفتوحة.

تجارب توضح الفكرة:

تجربة التداخل مع جزيئات كبيرة (مثل الفوليرينC60 ، المعروفة بـــ"الباكيبول"Buckyballs): أُجريت تجارب[44] أظهرت إمكان حدوث نمط تداخل لهذه الجزيئات الكبيرة ما دامت في جوٍّ مفرَّغ وتحت ظروف شديدة التحكّم (درجة حرارة منخفضــة جدًّا، عزْل حراري). وهذا يدعم الرؤية بأنّ السـلوك الكمومي وارد حتّى للجسيمات الكبيرة نسبيًّا إذا حصرنا التفاعل مع البيئة، لكن لو ارتفعت الحرارة قليلًا أو تسلّل فوتون واحد من ضوء عاديّ، فإنّ التداخل ينهار ويختفي النمط الموجي؛ وهذا مثال حيّ على الدور الكبير لإزالة التداخل.

---

[44] تجارب التداخل للجزيئات الكبيرة

- Zeilinger, A., Arndt, M., et al. (1999). *Wave–particle duality of C60 molecules*. **Nature**.
- Gerlich, S., et al. (2011). Quantum interference of large organic molecules. Nature Communications.

بمعنى آخر: يحتاج التداخل إلى عزلة شبه تامة. وأدنى تواصل مع العالم العياني يبدد السلوك الكمومي.

هل إزالة التداخل تفسير حقيقي لانهيار الدالة الموجية؟

هنا ينقسم العلماء:

- **فريق أول:** يرى أن إزالة التداخل تفسر لماذا لا نرى التراكب في الأجسام الكبيرة. إذ بمجرد أن يدخل الجسيم في تفاعل مع البيئة، تتبدد أطوار التراكب، فيبدو أنه يتصرف بشكل كلاسيكي.
- **فريق آخر (مثل روجر بنروز):** يعترض قائلا:
  - إزالة التداخل تفسر فقط "كيف يضيع السلوك الكمومي" بشكل إحصائي.
  - لكنها لا تفسر جوهريًا "لماذا" أو "كيف" تنهار الدالة الموجية إلى نتيجة واحدة محددة.
  - أي إنها تصف العملية، لكنها لا تشرح أصل الانهيار.

إذن، إزالة التداخل خطوة مهمة لفهم الانتقال من الكم إلى العالم الكلاسيكي، لكنها ليست الجواب الكامل عن لغز القياس.

إزالة التداخل مقابل القياس:

لتبسيط الفكرة: تفسر "**إزالة التداخل**" ضياع المعلومات الكمومية بسبب تفاعل مع البيئة الخارجية، لكن **القياس** يتضمن اختيار نتيجة واحدة محددة (انهيار الدالة الموجية)، وهو أمر يتجاوز مجرد التفاعل الإحصائي.

توضيح: في إزالة التداخل، تظل جميع النتائج الممكنة موجودة ولكنها تتداخل بطريقة لا يمكن رصدها. أما في القياس، فيتم تحديد نتيجة واحدة فقط واقعياً.

السببيّة والحتمية في الأنظمة الكبرى:

رغم أنّ ميكانيكا الكم تتعامل مع احتمالات، فإن كثيرًا من الأنظمة الكبرى تبدو حتميّةً في مجموعها. فهل تُستَعاد الحتمية بمتوسّط الأعداد الكبيرة؟ أم إن هناك فجوةٌ بنيويّةٌ لا يزال علينا فهمها؟ يرى روجر بنروز مثلًا أنّه لا يمكن حسم الإجابة من دون نظريةٍ كموميةٍ للجاذبية تُوفِّق بين النسبيّة العامّة وميكانيكا الكم، إذ ربما هناك مقاربةٌ أعمق تُفسِّر لحظة الانهيار في ضوء الجاذبيّة.

الأنظمة العيانيّة والتوسّط الإحصائي: العلاقة بين إزالة التداخل والحتمية العيانية"

عند مستويات كبيرة (مثل كرة أو حجر): هناك مليارات من الذرات، فأي تراكب كمومي سيصبح غير مستقر بسرعة هائل، وبالتالي، تظهر الأجسام الكبيرة دائمًا وكأنها تخضع لحتمية نيوتن الكلاسيكية، **ولهذا:** لا نرى تفاحة في حالة تراكب بين أن تكون على الشجرة أو ساقطة! ولا نرى الناس في حالة تراكب بين المشي والجلوس! إذن: حين نتعامل مع عدد ضخم من الجسيمات (كالغاز في غرفة، أو جسمٍ صلبٍ مكوَّنٍ من مليارات الذرّات)، تتلاشى الظواهر الكموميّة الفردية أمام التأثير الجماعيّ.

أيضـا: تتراكم الاحتمالات بحيث يعطي "متوسّـط" السـلوك الكلّي للمنظومة وصـفًا حتميًّا مقاربًا للقوانين الكلاسـيكيّة. فمثلًا، تتحرّك جزيئات الغاز من منظور كمّيّ عشـوائيّ واحتماليّ، لكن في النهاية نحصـل على قوانين الديناميكا الحرارية والإحصـائيّة التي تبدو حتميّةً على المسـتوى الكلّي، رغم أن العالم الكمومي تحكمه الاحتمالات، فإن المتوسـط الإحصـائي عبر عدد ضـخم من الجسـيمات يؤدي إلى ظهور قوانين حتمية على المسـتوى الكبير، فمثلا: تتحرك جزيئات الهواء عشـوائيًا، لكن متوسـط سـلوكها يُنتج قوانين الضـغط والحرارة المعروفـة في الـديـنـاميكا الحراريـة، وهـذه الظـاهرة تسـمى **"ظهور الحتميـة من الاحتمـال"** (Emergence of Determinism from Probability).

هل ثَمّة فجوةٌ بنيويّة؟

يرى بعض الفيزيائيين، ومنهم **روجر بنروز**، أنّ وجود "مسـتوىً إضـافيٍّ" من التفسـير ضـروريٌّ لفهم لحظة الانهيار والانتقال للعالم الكلاسـيكي. قد يكون لهذا المسـتوى علاقةٌ عميقةٌ بالجاذبيّة أو تركيب الزمكان، أي بنية الكون على نطاقه الأوسع.

فالمقصـود: قد تكون الإحصـاءات الكبيرة قادرة على تقريب السـلوك إلى الحتمية، غير أنّ **الحدث الفردي** أو **الخيارات الكمومية** ما تزال غامضة على المستوى الأساسي.

ماذا عن دور الجاذبيّة؟

في محاولة التوفيق بين النسـبيّة العامّة وميكانيكا الكم، يُفترض أنّه متى صـار عِوَجُ الزمكان (الذي ترتبط به الجاذبيّة) كبيرًا بما يكفي، فقد يؤثّر في تطوّر الدالة الموجية أو يُسـبِّب "انهيارًا" موضـوعيًّا في الحالات الكمومية. ويُعرف هذا بمجموعة أفكار مثل **نموذج ديوسي-بنروز**[45] **(Diósi-Penrose** Objective Collapse Model**)**

لا تزال هذه الفرضيّة في طور النقاش النظريّ ولم تُحسَم بتجربة قاطعة، لكنّها من أنشط مجالات البحث عن "نظرية كمومية للجاذبيّة". ويعتقد روجر بنروز أن التفاعل مع الجاذبية (أو مع انحناء الزمكان) قد يكون لـه دور جوهري في انهيار التراكب الكمومي، فعندما يحمل نظام كمومي كتلًا كبيرة بما يكفي لخلق تـأثيرات جذبويّة ملحوظة، قد يؤدي هذا إلى "انهيار موضـوعي" للدالة الموجية، وهذا الطرح ، نظري ولم يثبت تجريبيًا حتى الآن.

---

[45] Diósi, L. (1989). Gravitation and quantum-mechanical localization of macro-objects. **Physics Letters A**.

- Penrose, R. (1996). *On gravity's role in quantum state reduction*. **General Relativity and Gravitation**.

الفصل السادس: ما مدى التوافق بين رؤية النسبيّة وفيزياء الكم على المستوى الكبير؟

1. المشاهدات الحسيّة التي تدعم النسبيّة

- **تمدد الزمن (Time Dilation)**: رُصِد في جسيمات الميون (Muons) المتولّدة في الطبقات العليا من الغلاف الجوي، إذ تعيش لفترة أطول بما يتوافق مع معادلات النسبيّة الخاصّة قبل أن تصل إلى سطح الأرض.
- **انحراف ضوء النجوم**: رُصِد في كسوف الشمس عام 1919، مؤكِّدًا أنّ الضوء ينحني بفعل الجاذبية، وفقًا لتنبّؤات النسبيّة العامّة.
- **نظام تحديد المواقع العالمي (GPS)**: يحتاج إلى تصحيحات نسبيّة (خاصة وعامّة) ليعطي دقّة تتبّع في حدود أمتار قليلة.
- **رصد الموجات الثقالية (Gravitational Waves)** عبر مرصد ليغو (LIGO): أظهر دقّةً باهرة في تأكيد تنبّؤات النسبيّة حول اندماج الثقوب السوداء والنجوم النيوترونية[46].

2. هل تتعارض هذه المشاهدات مع الفيزياء الكموميّة؟

عمومًا، هذه الظواهر تندرج ضمن نطاق الأجسام الكبيرة والحقول القوية (النجوم، الثقوب السوداء)، حيث تعمل النسبيّة العامّة بكفاءة عالية، ولم تُظهِر أي تناقضٍ عمليٍّ مع الكم عند تلك المقاييس.

الخلاف النظري ينشأ عندما نريد وصف **نواة ذرّة** أو **جسيم كمومي** بكتلة كبيرة جدًّا وبحقلٍ جذبويٍّ "مكثّف"، أو "لحظة الانفجار العظيم"، حيث لا نستطيع تجاهل أيٍّ من النظريتين (الكم والنسبيّة). إنّ هذا بالضبط هو **ميدان البحث عن نظرية كمومية للجاذبيّة**.

3. سلوك الأجسام الكبيرة وفقًا للكم

من الناحية المبدئيّة، لا يوجد ما يمنع الأجسام الكبيرة من إظهار سلوكٍ كموميٍّ (مثل التراكب). إنّما المشكلة الفعليّة تكمن في **سرعة إزالة التداخل**؛ فكلّما ازداد حجم الجسم، ازدادت فرصة تفاعله مع البيئة المحيطة، ومن ثَمّ ينهار التراكب قبل أن نتمكّن من ملاحظته بعيننا المجرَّدة.

---

[46] Misner, C., Thorne, K. & Wheeler, J. (1973). *Gravitation*. W.H. Freeman.

Abbott, B. P., et al. (LIGO Scientific Collaboration) (2016). *Observation of Gravitational Waves from a Binary Black Hole Merger*. **Physical Review Letters**.

لذلك، لا نقول إنّ "الأنظمة الكبيرة لا تُوصَف بالكمّ" بل نقول إنّ **الأنظمة الكبيرة تخضع لآلياتٍ إحصائيّةٍ وإزالة تداخل** تمنع ظهور الخصائص الكموميّة العجيبة (كالتراكب والتشابك) على نحوٍ مرئيٍّ لنا. لكنها في المبدأ ما تزال نتيجةً لصياغة كمومية أعمق إذا استطاع المرء عزل النظام جيّدًا.

خلاصة موسَّعة: هل تتناقض النسبية والكم في عالمنا الكبير؟

1. توافق على المستوى التطبيقي

فيما يخصّ التطبيقات اليومية مثل حركة الأقمار الاصطناعية والأجرام السماوية وغيرها، نجد أنّ وصف النسبية العامة لها دقيقٌ جدًّا. وفي المقابل، وصف الجسيمات تحت الذرية والحوادث النووية أو الذرية تهيمن عليه ميكانيكا الكم، وعلى هذا الأساس، لا يوجد صدامٌ مباشرٌ بين النظريتين **ضمن مجال تطبيق كلٍّ منهما**.

2. اللحظات الحرجة

تظهر الحاجة إلى "توحيد" النظريتين عند الحالات القصوى، مثل "داخل الثقب الأسود"، أو "الزمن الأوّل في الانفجار العظيم"، أو "ارتباط الكتلة الكبيرة بالسلوك الكمومي". هنا تحدث الإشكالية؛ لأنّ النسبيّة العامّة لا تتضمّن مبدأ عدم اليقين، بينما ميكانيكا الكم لا تتضمّن الجاذبية، تنطلق مجهودات الجاذبيّة الكميّة الحلقية (Loop Quantum Gravity) وغيرها، من محاولة سدّ هذه الفجوة، ولا تزال الأبحاث جاريةً لاكتشاف إنْ كان أحد هذه الأطر –أو غيرها– يستطيع تحقيق الانسجام الكامل.

3. ماذا عن الحتميّة والسببية؟

في نسبيّة آينشتاين، تُحافَظ على البنية السببيّة؛ بحيث لا يستطيع أي تأثير أن يتجاوز سرعة الضوء، ويظلّ تتابع الأحداث نسبيًّا حتميًّا على الخط العالمي للأجسام.

في الكم، نجد ظواهر تشابك (Entanglement) تبدو لامحليّة، لكنّها لا تسمح بنقل معلوماتٍ أسرع من الضوء؛ وهكذا لا تُنقَض السببيّة من المنظور الكلاسيكي للمعلومة.

حتّى الآن، لا نجد تجربةً حسيّةً واحدةً أكّدت وجود تناقضٍ واضحٍ بين السببيّة النسبيّة والظواهر الكموميّة على المستوى العياني الكبير.

4. نقدٌ وتقييم

أ. نقاط القوّة في ميكانيكا الكم

1. **دقّة تنبّؤاتها التجريبية:** إنّ نجاح ميكانيكا الكم في تفسير الطيف الذرّي، والترانزستور، والليزر، والموصِّلات الفائقة، وغيرها من التطبيقات، يكاد يكون أسطوريًّا.
2. **الكشف عن ظواهر فائقة الغرابة:** مثل التشابك الكمومي والنفق الكمومي وتذبذبات الفراغ وغيرها.

ب. نقاط الضعف والتحدّيات

1. **مشـــكلـة القيـاس:** لا يوجـد تعريفٌ واضـــحٌ متّفق عليـه لماهيـة "القيـاس"، وكيفيـة تمييزه في معـادلـة شرودنجر الحتمية، مما يعطي انطباعًا بأن النظرية "غير منسجمة مع ذاتها".
2. **المحلّية (أو اللامحلّية):** التشابك الكمومي يُناقض النظرة الكلاسيكيّة للمحلّية.
3. **غياب التفسـير النهائي:** تتعدّد التفسـيرات الفلسـفية، وكلّ تفسـير يترك جانبًا من الأسـئلة بلا جواب حاسم.
4. **عدم اكتمال:** يؤكد عددٌ من الفيزيائيين -مثل آينشـتاين وشـرودنجر وبنروز- أنّ ميكانيكا الكم تنطوي على نقصٍ أو فراغٍ يقتضي تطوير نظرية أعمق.

خلاصة القول:

1. **لم تنفِ فيزياء الكم الو اقع**، ولكنها بيَّنت أنّ هذا الواقع أكثر تعقيدًا ويخضع لبنية احتماليّة عميقة، لا تتجلّى في عالمنا اليومي إلّا بتبسيطٍ هائل.
2. **ميكانيكا الكم لا تقدِّم تفسـيرًا فلسـفيًّا نهائيًّا**؛ بل آليّة رياضـيّة فائقة الدقّة في حسـاب احتمالات القياس. أمّا ما يحدث "خلف الكواليس"، فيظلُّ موضوعَ جدلٍ فلسفيٍّ بين أنصار الواقعيّة (على طراز آينشتاين) وأنصار الوضعية (على نهج بور).
3. **القياس ودور الراصـد** عنصـرٌ غامض يُثير أسـئلة جوهريّة: هل الوعي يحدِّد الواقعيّات؟ أم أنّ الأمر عمليةٌ فيزيائيّةٌ بحتة "لم تكتمل" صورتها؟
4. **نظرياتٌ جديدة مطلوبة:** من أهم مســارات البحث المُلحّة إيجادُ نظرية كمومية للجاذبية تُفسِّـر الانهيار والقياس على نحو أكثر اتساقًا، وتربط بين عالمَي الكم والعيان.

أربعة أسباب استدعت دراستنا لفيزياء الكم هنا:

الفكرة الأسـاسـية التي اسـتدعت دراسـة موجزة لأفكار معينة من فيزياء الكم في هذا الكتاب هي محاولة بعض منظري العلم التجريبي القائم على فيزياء الكم الإدعاء بأن الكون يمكن أن ينشأ من لا شيء، بلا سببية، وبلا حتمية، عبر ما يسمى ب "تدفقات الكم"، ووضع اليد على بعض المغالطات الفكرية الأساسية التي وقعوا فيها، لإبطال دعواهم، وليس يعنينا بحث فيزياء الكم من حيث هي نظرية علمية، بل تهمنا الأمور الأربعة السابقة بعينها: اختبار نشوء الشيء من لا شيء، وهل فعلا تقول ميكانيكا الكم بذلك؟ واختبار نشوء الكون عن طريق ما يسمى بالنفق الكمومي، واختبار إن كانت فيزياء الكم تنفي السببية والحتمية،

لذلك يهمنا هنا التفريق بين القوانين الكونية والقوانين العلمية، والتفريق بين القوى والمجالات وخواص المواد، والقوانين العلمية والتي ليسـت هي التي تقوم بالتأثير ولا بإحداث التغيير، ويقتصـر دورها على قياس

التغييرات والتأثيرات والتحولات في الخصائص والتنبؤ بطريقة تفاعل القوى مع المواد، ودراسة سبب قصورها عن ذلك التنبؤ.

الفرق بين القوانين الكونية والقوانين العلمية، وأثر هذا الفرق في نقد نظريات نشـوء الكون

أولاً: تعريفات أساسية

1. **القوانين الكونية(Laws of Nature)**: هي **القوانين الحقيقية** التي تحكم سلوك الكون ذاته، وهي موجودة سواء عرفناها أم لا، وهي لا تتغير بتغير الإنسان أو أدواته أو اكتشافاته.
   - مثال: الجاذبية كانت تعمل قبل أن يكتشفها نيوتن.
   - القوانين الكونية تصف كيف تتصرف المادة والطاقة والزمان والمكان بصورة حقيقية وثابتة في الواقع الخارجي.
2. **القوانين العلمية(Scientific Laws)**: هي **محاولات الإنسان** لفهم القوانين الكونية عبر الملاحظة والتجربة والنمذجة الرياضية، وقد تكون صحيحة إلى حد كبير، أو تقريبية، أو خاطئة جزئياً أو كلياً.
   - تخضع دوماً للتطوير أو التعديل أو الإلغاء إذا ظهرت مشاهدات جديدة.
   - القوانين العلمية هي نماذج تفسيرية إنسانية تصف، بأقصى ما نستطيع، سلوك العالم الطبيعي، لكنها قد لا تماثل الحقيقة بدقة.

القوانين الطبيعية – بحسب الفهم الدقيق في فلسفة العلم – هي أوصاف رياضية لسلوك الظواهر، وليست كيانات فاعلة مستقلة في ذاتها. فالمادة تتصرف بحسب خصائصها الذاتية ووفق ما تحمله من طاقات وقوى داخل الحقول المختلفة، أما القوانين فهي صيغ تصف وتكمن هذه التصرفات. لذا، فإن القول بأن 'القانون هو الذي يسير المادة' يحتاج إلى تدقيق؛ إذ الأدق أن نقول: 'القانون يصف كيف تتصرف المادة تحت تأثير القوى'

يضع باول ديفيز سمات للقوانين منها: "القوانين مطلقة، بمعنى أنها لا تعتمد على أي شيء آخر، وبصفة خاصة، **فهي لا تعتمد على من يلاحظ الطبيعة، أو على الحالة الحالية للعالم، فالحالات الفيزيقية هي التي تتأثر بالقوانين وليس العكس**....الخ"[47]، [**والصواب**: الحالات الفيزيقية **تتأثر بالقوى والمجالات (الحقول) وتفاعل خصائص المادة معها**، والقوانين هي التي تقيس ذلك التفاعل وتكممه وتوصفه، وليست هي التي تؤثر فيه أو تسيره!].

يقول روجر بنروز: "ومن ناحية أخرى، تشعر أن الاتجاه نفسه، الذي كان يدور الإلكترون حول نفسه بحسبه قبل إجراء القياس، **لا بد أن يحوي شيئا ما موضوعيا**، لأنه كان بإمكاننا مثلا أن نختار إجراء قياس

[47] باول ديفيز، الاقتراب من الله بحث في أصل الكون وكيف بدأ، The Mind of God ترجمة منير شريف ص 101-103

spin باتجاه معين بالضـــبط،.... ويبدو لي أنه من الضـــروري التفريق بين ما هو "**موضـــوعي**" وما هو "**قابل للقياس**"، لدى مناقشة موضوع الواقع الفيزيائي وفق ميكانيكا الكم، فمتجه الحالة لجملة ما ليست في الواقع قابلة للقياس، بمعنى أنه من غير الممكن بإجراء التجارب المناســبة، أن نقول ما هي بالضــبط (بحدود معامل تناســب)، لكن متجه الحال هذا يبدو أنه **خاصــة موضــوعية تماما من خواص الجملة** (أي النظام)، لأن **النتائج** التي يجب أن تعطيها لدى إجراء التجارب الممكنة **تعينها تعيينا كاملا**، ففي حالة جســيم مفرد ذي دوران spin مقداره ½ كالإلكترون مثلا، تبدو هذه الموضــوعية معقولة لأنها تؤكد فقط وجود اتجاه ما يكون دوران الإلكترون المغزلي بحسبه محددا بالضبط، بالرغم من أننا لا نعرف بالضرورة هذا الاتجاه،... **ولا يمكن اعتبار الإلكترون بحد ذاته جملة كمومية مستقلة، وبصورة عامة يجب أن ينظر إلى الحالة الكمومية على أنها تصف إلكترونا مرتبطا بصورة معقدة مع عدد كبير من الجسيمات الأخرى**، إنما يمكن في حالات خاصة اعتبار الإلكترون (على الأقل فيما يتعلق بدورانه المغزلي فقط) كما لو كان مســتقلا بحد ذاته، ففي مثل هذه الظروف تدلنا النظرية الكمومية الســائدة (القياســية) أن اتجاه دورانه المغزلي **محدد تماما**، بشــرط أن يكون قد جرى قياس مسبق للدوران المغزلي في اتجاه ما، وأن يكون الإلكترون قد بقي بعد ذلك فترة معينة من الزمن دون تأثير خارجي"[48]

ثانياً: أثر الفرق بين القوانين الكونية والعلمية على فهم نشأة الكون:

مغالطة شائعة في كثير من النظريات الكمومية (سنفصلها في فصل: ميكانيكا الكم إن شاء الله):

- يزعم بعض الفيزيائيين أن "القوانين العلمية" تفسر **كيف** نشأ الكون تلقائياً.
- ولكنهم **يتجاهلون** أن: هذه القوانين **لا تخلق شــيئاً** بل **تصــف ما يحدث** عندما تكون هناك مادة أو طاقة موجودة، والقوانين نفسها بحاجة إلى تفسير وجودها: لماذا هذه القوانين موجودة أصلاً؟

مثال: قانون نيوتن للجاذبية لا "يصنع" الكواكب، بل يصف كيف تتصرف الكواكب الموجودة.

ثالثاً: نقد استغلال القوانين العلمية لتبرير النشوء التلقائي

- **خطأ فلسـفي:** فالقانون لا يملك وجوداً مادياً أو فاعلية مستقلة، والقانون أداة وصف، وليس فاعلاً يسبب الظواهر.
- **خطأ ميتافيزيقي:** لا يمكن لقانون أن يوجد بدون وجود سابق لكيان مادي يخضع له، وكما سيأتي في فصل ميكانيكا الكم ونقض فرضية "كون من لا شيء" فإن الفراغ الكمومي الذي تُسند إليه بعض النماذج هو "حقل نشط" وليس عدماً.

رابعاً: آراء نقدية لعلماء بارزين

---

[48] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 322

روجر بنروز: "القوانين الفيزيائية تفرض على الموجودات الحية والجمادات نمطاً للسلوك، لكنها لا توجد تلك الموجودات من العدم". **ستيفن ماير:** "افتراض نشوء الكون عبر قانون مثل مبدأ عدم اليقين دون وجود شيء يطبَّق عليه هو مثل الحديث عن قوانين المرور قبل اختراع السيارة". **جون بولكنغهورن:** "إذا كانت القوانين مجرد أنماط انتظام، فمن أين جاء الوجود ذاته الذي يسلك هذا النمط؟"

خامساً: استنتاج نقدي حاسم

القضية	التحليل	النتيجة
هل تفسر القوانين العلمية نشأة الكون؟	لا، لأنها تصف ما هو موجود ولا تخلق وجوداً	الحاجة إلى تفسير وجود القوانين نفسها
هل يمكن لمبدأ عدم اليقين أن يغني عن السببية؟	لا، لأنه يعمل داخل أنظمة موجودة	بقاء الحاجة إلى سبب أول
هل تكفي القوانين لشرح وجود الكون؟	لا، القوانين تفترض مسبقاً وجود مادة وطاقة وأطر زمكانية	لا بد من سبب أعلى وأسبق

الفصل السابع: هل نفت فيزياءُ ميكانيكا الكم السببيةَ؟

تحليل فلسفي وعلمي دقيق لماهية السببية في العالم الكمومي

مقدمة

منذ نشـأة ميكانيكا الكم في مطلع القرن العشـرين، واجه الفيزيائيون والفلاسـفة تحديًا غير مسـبوق في تفسـير نتائجها التي بدت – للوهلة الأولى – وكأنها تقوّض أحد أعمق المبادئ الفلسـفية والعلمية في فهم الطبيعة، وهو **مبدأ السببية**، فهل فعلاً نفت ميكانيكا الكم هذا المبدأ، أم إن السببية قد أعيد تعريفها ضمن إطار جديد؟ وما مدى دقة الادعاء بأن "العالم الكمومي غير سببي"؟

من أخطر المفاهيم التي ظن بعضهم أن ميكانيكا الكم قد أسـقطتها هو **السـببية**، أي العلاقة الضـرورية بين الأحداث: أن كل ظاهرة تنتج عن سبب سابق. وقد قاد إلى هذا الظن:

- السلوك الاحتمالي لدالة الموجة.
- انهيارها المفاجئ عند القياس.
- وتجارب مثل التراكب والتشابك التي تبدو وكأنها تخالف المنطق السببي.

لكن هذا التصور ينهار عند التحليل الدقيق، حيث نكتشف أن **السببية ليست ملغاة، بل أعيد تفسيرها ضـمن بنية رياضـية أعمق**، بل إن افتراض زوال السـببية يقوض الأسـاس الذي تقوم عليه ميكانيكا الكم نفسها، بل والعلم كله.

يقول ماكس بورن عالم فيزياء الكم والحائز على جائزة نوبل في فصـل في أول كتابه مفرقا بين معنى الحتمية، ومعنى السـببية، "القول بأن الفيزياء قد تخلت عن السـببية هو قول لا أسـاس له من الصـحة، صحيح أن الفيزياء الحديثة قد تخلت عن بعض الأفكار التقليدية وعدلت فيها، **<u>ولكن لو توقفت الفيزياء عن البحث عن أسباب الظواهر فلن تصبح حينها علما</u>**"[49]

فنفي السـببية يفضـي إلى إدخال الفوضـى إلى العالم وعالم الفيزياء وقوانينه، فلا يمكن حينها الربط بين أي ظاهرة وأسـباب تؤثر فيها، فيكون حصـولها عشـوائيا ومصـادفة، تحصـل مرة وفقا لمقدمة تختلف عن المقدمة التي أنتجته في المرة التالية، وهكذا، فكيف سـيسـتطيع أي فيزيائي أن يسـتنبط أي قانون أو نظرية، بالإضافة إلى تعارضه مع السببية العقلية.

ويقول ماكس بورن في تعريف السببية: "الحتمية تفترض أن الأحداث التي وقعت في أزمنة مختلفة مرتبطة بواسـطة القوانين وبالتالي فيمكن عمل تنبؤات في الماضي والمستقبل بمعرفة الحاضر، ووفقا لهذه الصـياغة

---

[49] اختراق عقل. د. أحمد إبراهيم. ص 82-83 عن

Born, M. (1949). Natural philosophy of cause and chance - The Waynflete lectures 1948 – p. 9.

فإن الحتمية تضاد فكرة القدر الدينية لأنه إذا كان يمكننا الكشف التام عن الماضي والمستقبل فكتاب القدر سيصبح معلوما لنا، ولن يكون الله وحده المختص بهذا العلم.

السببية تفترض أنه وفقا للقوانين يكون حدوث الكيان "ب" الذي ينتمي إلى فئة معينة معتمدا على حدوث الكيان "أ" الذي ينتمي إلى فئة أخرى، بحيث يكون المقصود بكلمة كيان أي شيء فيزيائي أو ظاهرة أو وضع أو حدث، ويسمى حينها "أ" بالسبب، و "ب" بالنتيجة."[50]

أولًا: ما المقصود بالسببية في العلم؟

السببية في الفيزياء لا تعني بالضرورة معرفة النتيجة بدقة مطلقة، بل تعني:

وجود **قوانين رياضية** تربط الحالة السابقة بالحالة اللاحقة بطريقة **قابلة للتكرار** و**منتظمة**، ففي الميكانيكا الكلاسيكية: معرفة الموقع والزخم تمكنك من التنبؤ التام بكل المستقبل، وفي ميكانيكا الكم: معرفة **دالة الموجة** تمكنك من التنبؤ الدقيق **بتوزيع الاحتمالات** لأي قياس، عبر **معادلة شرودنجر الحتمية**.

إذًا، **الفرق ليس في وجود السببية، بل في شكلها**:

- كلاسيكيًا: السبب يُنتج نتيجة وحيدة.
- كموميًا: السبب يُنتج توزيعًا احتماليًا مضبوطًا.

ثانيًا: مصدر الإشكال في ظاهر "نفي السببية"

المصدر الأساسي لهذا التصور يكمن في **اللاحتمية التجريبية** التي تقدمها ميكانيكا الكم عند القياس. فبحسب **مبدأ الريبة (عدم اليقين) لهايزنبرغ**، لا يمكن تحديد بعض أزواج الخواص الفيزيائية (مثل الموقع والزخم) بدقة متزامنة. كما أن **دالة الموجة** لا تقدم نتيجة واحدة حتمية، بل احتمالات لمجموعة من النتائج. وبالتالي، حين يُجرى القياس، "تنهار" الدالة فجأة إلى إحدى هذه النتائج، **بدون إمكانية التنبؤ المسبق بالنتيجة الفردية**.

هذا السلوك الاحتمالي جعل بعض الفيزيائيين (مثل بور، وهيزنبرغ) يزعمون أن العالم الكمومي **غير حتمي**، وأن السببية لم تعد مبدأً أساسياً في الطبيعة.

يقول أليستر راي "إن **مفهومي اللاحتمية واللاتعيين** مبنيَّان في أسس النظرية الكوانتية ذاتها، فبشكل عام لن يمكن أن نتوقع مستقبل بعض الأنظمة الفيزيائية مهما كانت حالة النظام الحالية معلومة بمنتهى الدقة. وبالعودة إلى لابلاس يبدو أن فيزياء الكوانتم تتضمن الاعتقاد بأن حالة الكون الآن في بعض جوانبها ليست "نتيجة لحالة ماضية" ولا "سببا لحالة مستقبله"."[51]

---

[50] اختراق عقل. د. أحمد إبراهيم. ص 82-83 عن

Born, M. (1949). Natural philosophy of cause and chance - The Waynflete lectures 1948 – p. 9.

[51] فيزياء الكوانتم حقيقة أم خيال، تأليف أليستر راي، ترجمة أسامة عباس، إصدار مركز براهين، ص 64-65

ومن جهة أخرى ينبغي الفصل بين مصطلحات "العقل والفلسفة" والمصطلحات "الفيزيائية العلمية"، فالحتمية هنا غير الحتمية هناك! فالحتمية العقلية هي إنتاج النتيجة بتأثير من السبب، لكن الحتمية في فيزياء الكم تتعلق **بمفهوم القدرة على التنبؤ والتمكن من القياس**، وليست "تجريدا" للمُسَبِّبِ من فاعليته السببية وقدرته على إنتاج المُسَبَّبِ. لذا، يعتبر بعض الفيزيائيين أن "السببية تعني أن احتمال نتيجة القياس في وقت معين لا يعتمد على اختيار القياسات التي سيتم تنفيذها في وقت لاحق"[52]، أو بتعبير آخر: "إن نتائج القياس احتمالية، وذلك بسبب أن ميكانيكا الكم غير حتمية"[53]

ثالثا: التمييز بين اللاحتمية في النتائج ونفي السببية

هنا تكمن مغالطة فلسفية شائعة: الخلط بين **عدم القدرة على التنبؤ بنتيجة فردية**، وبين **غياب السببية ذاتها** .فبينما لا نستطيع – في ميكانيكا الكم – تحديد النتيجة التي ستخرج عند القياس، إلا أن:

- **تطور دالة الموجة** بحد ذاتها (قبل القياس) يتم وفق **معادلة شرودنجر الحتمية**، وهي معادلة تفاضلية من الدرجة الثانية تصف النظام بدقة رياضية كاملة.
- كل ما في الأمر أن "التدخل" بالقياس هو ما يُدخل سلوكًا احتماليًا، لا أن النظام نفسه **فاقد للسببية**.

المثال التوضيحي:

جسيم في صندوق تتطور حالته الكمومية حتميًا بمرور الزمن. لكن عند فتح الصندوق، لا نعرف في أي موضع سنجده .**هل هذا ينفي أن تطوره قبل فتح الصندوق كان سببيًا؟** إطلاقًا لا.

قال ستيفين هاوكينج في كتابه: "التصميم العظيم" "قد يبدو أن الفيزياء الكمية تقوض فكرة أن الطبيعة تحكمها القوانين[54]، **ولكن هذا ليس هو الحال في الو اقع**، بدلا من ذلك، فإن هذا يقودنا **لقبول شكل جديد من أشكال الحتمية**: نظرا لحالة النظام في وقت ما، فإن قوانين الطبيعة تحدد **الاحتمالات المختلفة** لكل من الأزمنة الماضية والقادمة بدلا من تحديد المستقبل والماضي على وجه اليقين"[55]

---

[52] "Causality: the probability of a measurement outcome at a certain time does not depend on the choice of measurements that will be performed later." Informational derivation of quantum theory, Giulio Chiribella

[53] "The outcomes of the measurements are probabilistic. It is the fact that quantum mechanics is fundamentally indeterministic" Philosophy of Quantum Information and Entanglement, Alisa Bokulich, Cambridge Books Online.

[54] يجب التنبه هنا أنه يعني: "النظريات أو القوانين الفيزيائية التي يصوغها العلماء" لا "قوانين الكون التي يحاول العلماء الوصول إليها بدقة ومعرفتها بدقة" وينبغي أيضا الوقوف على خلطه بين تصرف المادة وفقا للقوى السببية لا وفقا للقوانين العلمية، لأن القوانين العلمية إنما تصف التصرف ولا تتحكم فيه!!!

[55] Grand Design - Stephen Hawking - Bantam (September 7, 2010) p. 72. ""Quantum physics might seem to undermine the idea that nature is governed by laws, but that is not the case. Instead it leads us to accept a new form of determinism: Given the state of a system at some time, the laws of nature determine the probabilities of various futures and pasts rather than determining the future and past with certainty".

يعني باختصار أن تحدد القوانين الطبيعية الاحتمالات الممكنة، لا أن تحصر في خيار واحد حتمي، وهذه الحالات الممكنة منضبطة وليست عشوائية ولا مجهولة، بل تستطيع ترجيح احتمال على آخر!

يقول هاوكينج: "فميكانيكا الكم لا تتنبأ بنتيجة وحيدة محددة لمشاهدة ما، لكنها تتنبأ **بعدد من النتائج الممكنة المختلفة** وتخبرنا بمدى احتمال كل واحد منها، بمعنى أنه إذا قام المرء بالقياس نفسه على عدد كبير من أنسقة متماثلة، كل منها قد بدأ منطلقا بالطريقة نفسها، فسيجد المرء أن نتيجة القياس تكون "أ" في عدد معين من الحالات، و "ب" في عدد مختلف من الحالات، ويمكن للمرء أن يتنبأ بالعدد التقريبي للمرات التي تكون النتيجة فيها "أ" أو "ب"، ولكن لا يمكن للمرء أن يتنبأ بنتيجة محددة لقياس فردي، فميكانيكا الكم إذن تُدخل في العلم عنصرا لا يمكن تجنبه من العشوائية، أو **عدم إمكان التنبؤ**، وقد عارض آينشتاين هذا معارضة قوية جدا، [وقال مقولته الشهيرة: "الله لا يلعب النرد"]، رغم الدور المهم الذي قام به آينشتاين في نشأة أفكار ميكانيكا الكم، ومع هذا فإن آينشتاين **لم يتقبل قط أن يكون الكون محكوما بالمصادفة**، على أن معظم العلماء كانوا على استعداد لتقبل ميكانيكا الكم لأنها تتفق تماما مع التجربة"[56].

رابعا: الأدلة التي تدعم وجود السببية في ميكانيكا الكم، تطور النظام الكمومي حتمي قبل القياس:

1. **معادلة شرودنجر (Schrödinger Equation)**

$$i\hbar\, \partial\psi/\partial t = \hat{H}\psi$$

هذه المعادلة تصف بدقة كيف تتطور دالة الموجة ψ بمرور الزمن تطورا حتميا، **وكل جزء من دالة الموجة يتغير بسبب الآخر**. لا توجد قفزات مفاجئة. لا يوجد أي عنصر عشوائي في التطور الزمني لـ ψ

هذا التطور الحتمي يعني أن:

الحالة الكمومية في أي لحظة **نتيجة سببية مباشرة** للحالة التي قبلها.

هذا التطور لا يختلف في جوهره عن قوانين نيوتن في الدقة والسببية، بل يتفوق عليها في شمولية الأنظمة دون الذرية. فهي تشبه قوانين نيوتن في كونها تحدد تمامًا ماذا سيحدث لدالة الموجة مع مرور الزمن، بشرط معرفة الحالة الابتدائية. أي إنها تصف تطور النظام **بسبب** الحالة التي كان عليها سابقًا، وهذا هو لب السببية.

خامسا: الحتمية على مستوى الإحصاء

بينما نتيجة القياس الفردي غير حتمية، فإن **توزيع النتائج الإحصائي حتمي ودقيق** ويمكن التنبؤ به. فلو أجريت تجربة الشق المزدوج على آلاف الجسيمات، فإن نمط التداخل الناتج سيكون مطابقًا لتوقعات دالة الموجة. إذن، هناك **سببية في سلوك الجماعات**، حتى لو غاب التحديد في السلوك الفردي.

---

[56] موجز تاريخ الزمن لستيفن هاوكينج. ص 59

القياس واحتمالية النتائج لا تنفي السببية

في لحظة القياس، تنهار دالة الموجة من حالة تراكب إلى نتيجة واحدة. وهذا **انهيار غير موصــوف بمعادلة شرودنجر** بل يوصف فقط عبر **قواعد إجرائية.(Born Rule)**

هل هذا ينفي السببية؟ الجواب :**لا**.

لماذا؟

1. **الاحتمالات نفسها محددة بدقة من الحالة السابقة:**

إذا كانت دافة الموجة قبل القياس هي: $|\psi\rangle = a|0\rangle + b|1\rangle$

فإن احتمال القياس على $|0\rangle$ هو $|a|^2$، و $|1\rangle$ هو $|b|^2$،

وهذه القيم **محكومة بالكامل** بالحالة السابقة.

2. لا يوجد في ميكانيكا الكم أي حالة قياس تظهر نتيجة **غير موجودة ضمن دالة الموجة**.

النتيجة :حتى لحظة القياس تخضع لسببية احتمالية، لا لغياب السبب.

التشابك الكمومي لا يلغي السببية

في تجارب التشـابك (Entanglement) توجد ترابطات آنية في نتائج القياس بين جسـيمين متشـابكين، لكن لا يوجد دليل على أن أحدهما يؤثر ســببيًا في الآخر فورًا، لكن هذا لا يســمح بنقل معلومات أو تغيير النتيجة من الطرف الآخر، هذه هي خلاصــة مبدأ عدم الإشــارة(No-signaling) ، وهو مبدأ ثابت في جميع النماذج الكمومية المعتمدة.

ولذلك، لا يوجد خرق لمبدأ نقل المعلومات بسرعة تفوق الضـوء (no faster-than-light signaling)، لكن التشابك يُعد خرقًا لمبدأ الواقعية المحلية (local realism)، وليس السببية بحد ذاتها.

كما أظهر جون بيل: لا يمكن لأي تجربة أن تُثبت أن "الســببية" ملغاة، بل فقط أن النماذج الكلاســيكية المحلية غير كافية لشرح التشابك.

فحوى مبرهنة بيل: إن أردت أن تفســر نتائج التشــابك، فعليك أن تتخلى عن إما الواقعية أو المحلية أو كليهما، لكن ليس بالضـرورة عن السـببية بالمطلق، إذ إن رفض السـببية يقوّض الأسـاس العلمي نفسـه، فالعلم مبني على العلاقات الســببية، وبدونها، لا معنى للمعادلات ولا للتجربة ولا للتكرار، ولا يمكن بدون الســببية إجراء الحسـاب والتوقع، ولا إدراك العلاقة بين النظرية والتجربة، وحتى في ميكانيكا الكم، نحتاج لمعرفة كيف يؤثر التفاعل أو القياس على النظام، وهذه **علاقة سببية** بامتياز.

النتيجة الجوهرية:

حتى إن قبلنا أن العـالم الكمومي لا يمكننا أن نتنبأ فيه بنتائج فردية، فإننا نعلم أن هذه النتائج تأتي **من توزيع احتمالي ناتج عن حالة سابقة، وفق معادلة سببية دقيقة.**

سادسا: رأي العلماء والفلاسفة

- **جون بيل (John Bell)** قال بوضـــوح: "ليس في ميكانيكا الكم ما ينفي وجود الأســـباب، بل إن لدينا نظرية لا تعطي إلا نتائج احتمالية لأسباب مجهولة".
- **روجر بنروز** رفض أن تكون الطبيعة غير ســـببية، وأشـــار إلى أن الســـببية قد تكون مختبئة في طبقة أعمق من الواقع، لم نصل إليها بعد.
- **آينشتاين** قال مقولته الشهيرة: "الله لا يلعب النرد "!معبّرًا عن رفضه للقول بأن العالم يعمل بلا سبب.

خاتمة قاطعة:

ميكانيكا الكم لم تنفِ الســـببية، بل أعادت صـــياغتها. فقد أظهرت أن **التحديد التام للنتائج الفردية ليس شـــرطًا لوجود الســـببية**، بل يمكن أن تكون هناك أســـباب عميقة تحكم تطور الأنظمة، ولكن **النتائج تظهر لنا كمزيج من الاحتمالات** بسبب حدود المعرفة والقياس.

اللاحتمية الكمومية هي **لاحتمية في المعرفة والتفاعل لا في الو اقع العميق بالضرورة**، ومادامت القوانين الكمومية تحفظ العلاقة بين الحالة الماضـــية واللاحقة، فإن **الســـببية لم تغب عن عالم الكم، بل ازدادت عمقًا وغموضًا.**

- دالة الموجة تتطور بشكل حتمي سببي.
- القياس يعطي نتائج احتمالية محددة بدقة مسبقة.
- لا يوجد أي خرق للترابط السببي بين الحالات.
- حتى العشوائية الظاهرة هي **ناتج خاضع لشروط مبدئية محددة سلفًا**.

إذن، الســـببية ليســـت غائبة، بل **مختفية خلف حجاب التراكب والاحتمال**، تمامًا كما أن النواة الذرية ليست غائبة لمجرد أننا لا نراها بالعين المجردة.

العلاقة السببية في ضوء السببية العقلية وتطبيقاتها على ميكانيكا الكم

تمهيد فلسفي عقلاني:

السببية من المبادئ العقلية الضرورية التي لا يمكن للعقل السليم ولا للعلم المنضبط أن ينفكا عنها، فهي المبدأ الذي يُبنى عليه كل اســتقراء علمي، وكل قانون تجريبي، وكل تفســير طبيعي. مبدأ الســببية العقلي ينص على أن كل حادث يحتاج إلى سبب، وأنه لا يمكن لعقل أن يقبل رجحان وجود حادث ما من دون مرجّحٍ يُخْرِجه من حال العدم أو السكون إلى حال الوجود أو التغير.

الميزة المركزية لهذا المبدأ في الصـــياغة العقلية هي أنه لا يتوقف على معرفة الســـبب، بل على **اســـتحالة حدوث تغير دون وجود طاقة مؤثرة فاعلة**، وهو ما تثبته كل العلوم الطبيعية من خلال قوانين القصـــور الذاتي وتبادل الطاقة والقوى.

تطبيق المفاهيم العقلية على الظواهر الكمومية:

1. **مبدأ القصور الذاتي الكمومي:**

الأنظمة الكمومية (مثل الإلكترون في حالة عدم تفاعل) لا تتغير حالتها الكمومية ما لم يتم التأثير عليها. فالإلكترون لا يقفز من مستوى طاقة إلى آخر دون امتصاص أو إصدار طاقة (فوتون)، ولا ينهار تراكبه إلى حالة محددة إلا عند حصول تفاعل مع جهاز أو بيئة (القياس).

هذا يعيدنا إلى لبّ السببية العقلية: التغير لا يحدث إلا بوجود عامل سببي يحمل طاقة مؤثرة، وهو ما ينطبق حرفيًا على التفاعلات الكمومية.

2. **الطاقة السببية في التفاعلات الكمومية:**

عند التفاعل بين جسيمات، مثل تصادم إلكترون وبوزيترون، فإن الناتج (فوتونات) لا يمكن أن يظهر إلا إذا كانت الطاقة الكلية محفوظة (وهذا شرط قانوني فيزيائي)، كما أن هناك طاقة كافية في الجسيمات الداخلة لتكوين ناتج جديد، وبالتالي: فكل تفاعل في العالم الكمومي يتطلب طاقة، ولا يوجد "ظهور" عشوائي لجسيمات حقيقية دون طاقة مستمدة من البيئة أو النظام، مما يرسّخ مفهوم السببية العقلي بأن لا تغير إلا بطاقة مؤثرة.

3. **التغير الاحتمالي لا ينفي السببية:**

في ميكانيكا الكم، لا يمكن التنبؤ بنتيجة قياس مفردة، لكن يمكن التنبؤ الدقيق بتوزيع النتائج. هذه الاحتمالات ناتجة عن **الحالة الكمومية السابقة للنظام**، ولا تظهر من فراغ.

العلاقة بين الاحتمال ونتيجته محكومة بمعادلة رياضية (قاعدة بورن)، والتوزيع الاحتمالي يتكرر بإطراد إحصائي. إذن نحن أمام سبب (وهو: الحالة الكمومية)، ومُسَبَّب (وهو: النتيجة الاحتمالية)، وصلة سببية رياضية (معادلة شرودنجر + قاعدة بورن)، وهذا يوافق النموذج العقلي تمامًا في تعريف السبب بأنه حامل لطاقة وتفاعل خاضع لقوانين.

4. **انهيار دالة الموجة والتأثير السببي:**

رغم أن تفسير انهيار دالة الموجة ما زال محل نقاش فلسفي، فإن ما هو متفق عليه هو أن الانهيار لا يحدث إلا عند حصول تفاعل (مع جهاز، أو بيئة)، أي عند انتقال طاقة، وبالتالي حصول تغير في النظام.

فوفق السببية العقلية، التفاعل هو شرط أساسي للتغير، ولا يمكن أن تنهار الدالة إلا بفعل سبب (حامل لطاقة)، وليس بشكل ذاتي بلا فاعل.

5. الحقول الكمومية كمصدر للسببية:

كل جســيم هو اهتزاز في حقل كمومي، والحقول ذاتها تحمل طاقة وتؤثر وتتأثر. وعليه، فإن الفوتون ناتج عن اهتزاز في الحقل الكهرومغناطيســي، والإلكترون ناتج عن تفعيل حقل الإلكترون، والتفاعلات تتم بنقل الطاقات عبر هذه الحقول.

إذن، العلاقة بين الحقول والجسيمات هي علاقة سببية كاملة تنطبق عليها أركان السببية العقلية: أولها: وجود سبب حامل لطاقة (الاهتزاز في الحقل)، وثانيها: وجود قابلية للتأثر (الحقل الآخر أو الجسيم المستقبل)، وثالثها: انتقال زمني طاقي يحدث التغير، **فالنتيجة إذن:** لم تُنْفَ السببية في ميكانيكا الكم، بل أُعيد توصيفها بما يناسب طبيعة الأنظمة الدقيقة.

التحليل العقلي ينسجم تمامًا مع ما تقدمه ميكانيكا الكم، فلا شيء يتغير من ذاته، ولا نتيجة تظهر دون طاقة سببية، والقوانين تحكم سير التغير، والانهيار أو التفاعل لا يحدثان إلا عند وجود مؤثر.

وبهذا، فميكانيكا الكم لا تنقض مبدأ الســببية العقلية، بل تعززه في إطار أكثر تعقيدًا، لكنه لا يخرج عن جوهر المفهوم السببي العقلي الكلاسيكي.

الســببية في الكم ليســت مفقودة، بل "منظمة احتماليًا" وفق طاقات ومجالات وتأثيرات قابلة للقياس والتكرار والتفسير.

وهذا كافٍ لتأكيد أن الفيزياء الحديثة – رغم غرابتها – لم تلغِ قانون العقل، بل كشـفَت عن تعقيد أعمق في آليات تطبيقه.

السببية والاحتمال في العالم الكمومي: قراءة أنطولوجية

في العالم العياني (الكلاسيكي)، تُعد العلاقة بين السبب والنتيجة حتمية: إذا تحققت الأسباب الكافية، فإن النتيجة تقع ضــرورةً وفق قوانين فيزيائية محددة. هذه الســببية الحتمية تنطبق بوضــوح في ميكانيكا نيوتن، والكهرومغناطيسية، وحتى في النسبية.

أما في المسـتوى الكمومي، فإن محدودية القدرة على القياس الدقيق، أو على التنبؤ بنتيجة مفردة لعملية رصد، لا تعني بحالٍ من الأحوال غياب السببية. ما يحدث هو أن السبب في النظام الكمومي لا يؤدي دائمًا إلى نتيجة واحدة مفردة، بل إلى **مجموعة محددة من الإمكانيات**، لكل منها احتمال معين، تحدده الحالة الكمومية للجملة قبل القياس.

هذه الإمكانيات ليســت لانهائية ولا فوضــوية، بل **مقيدة بالبنية الكمومية للنظام** وبشــروط التفاعل. وعليه، فإن عدم تعيين نتيجة مفردة لا يعني أن النتائج ناتجة عن "لا شيء"، بل يُظهر أن السببية تعمل ضمن نموذج احتمالي مضبوط، لا ضمن حتمية صلبة.

الدليل على ذلك أن **النتائج الكمومية لا تظهر إلا بعد حدوث تدخل سـببي** (كقياس أو تفاعل مع جهاز)، ولا يُلاحظ أي سلوك كمومي قبل وقوع هذا التفاعل. إذًا، **فكل خيار تحقق من بين الخيارات الممكنة، إنما تمّ بتحفيز سببي خارجي**، حتى وإن لم يكن بالإمكان التنبؤ مسبقًا أيُّ خيار سيتحقق في التجربة الفردية.

إن إشـكاليات "اللاتعيين" و"عدم القدرة على التنبؤ" التي يُظهرها مبدأ هايزنبرغ، ليسـت دليلاً على غياب السببية، بل تُظهر حدود المعرفة (epistemology) البشرية في وجه الواقع الكمومي (ontology)، وهذا الفرق جوهري. فالسببية ليست فقط مبدأً معرفيًا يُستخدم للتنبؤ، بل هي علاقة واقعية تنظم سلوك الطبيعة.

لكن السـبب في تخلّي بعض التيارات الغربية عن الحتمية في فيزياء الكم يعود إلى **تأطير المسـألة في نطاق نظرية المعرفة القائمة على المنهج الحسـي التجريبي في إطار مرجعيته الفكرية الغربية المتأثرة بالعلمانية:** فحينما لم يكن بالإمكان إجراء قياس دقيق أو التنبؤ بنتيجة مفردة، اسـتُنتج على نحو خاطئ أن الطبيعة نفسـها غير حتمية. وهذا في حقيقته خلط بين ما **يمكن معرفته** (epistemic uncertainty) وما **يوجد فعليًا** .(ontological structure)، ما يعني أن لا حتمية المعرفة لا تستلزم لا حتمية الوجود.

وعليه، فإن **قانون السـببية يبقى مبدأً أسـاسًـا** يحكم الظواهر في كلا المستويين: العياني والكمومي، حتى وإن اتخذ في المستوى الكمومي صورة احتمالية مركبة بدلًا من الحتمية الصلبة.

الفرق بين الحتمية الرياضـية وعدم الحتمية التجريبية (مع بعد معرفي حول أثر المنهج التجريبي على تصور الحتمية)

يقول روجر بنروز، بعد أن يضرب مثالا على كرات البلياردو التي تضرب بعضها البعض: "إن صورة كرات البلياردو النيوتونية هي في الحقيقة نموذج حتمي Deterministic والمقصـود بكلمة حتمي هنا أن السـلوك الفيزيائي للعالم يتعين رياضيا تعيينا كاملا في كل لحظة من لحظات المستقبل (أو الماضي) بعد معرفة أوضاع الكريات (والتي يفترض أن عددها متناه للخلاص من بعض الصعوبات)، ومعرفة متجهات سرعها في لحظة ما من لحظات سيرها.... "إن قضية الحتمية قضية مهمة في النظرية الفيزيائية، ولكني أعتقد بأنها جزء فحسب من قصتنا، فقد يكون العالَمُ على سبيل المثال حتميا، ولكنه غير حسوب"[57]!

1. الحتمية الرياضية في ميكانيكا الكم

معادلة شرودنجر (Schrödinger Equation) التي تحكم تطور دالة الموجة Ψ هي معادلة حتمية تمامًا، فما معنى هذا؟

إذا عرفتَ دالة الموجة في لحظة معينة، يمكنك حسـاب دالة الموجة في أي لحظة لاحقة أو سـابقة بدقة كاملة، طالما لم يتم القياس، وهذا يعني أن **الحركة الكمومية قبل القياس** قابلة للتنبؤ الكامل من الناحية

[57] عقل الإمبراطور الجديد، روجر بنروز، ترجمة محمد الأتاسي، وبسام المعصراني 1998 ص 213

الرياضية، ويؤكد **روجر بنروز** ذلك بقوله: "تطور دالة الموجة وفق معادلة شرودنجر تطور حتمي تمامًا، خاضع للمعادلة ولا مجال فيه للاحتمالات". و**كمثال توضيحي:** لو وضعنا إلكترونًا في مجال كهربائي، فإن دالة الموجة التي تمثله تتطور وفق معادلة شرودنجر بطريقة محددة وحتمية، دون أي عنصر من عناصر العشوائية.

2. عدم الحتمية التجريبية

تظهر المشكلة عند **القياس**، فبمجرد قياس خاصية (كموضع أو زخم)، **لا يمكن التنبؤ مسبقًا بالنتيجة الفردية للقياس**، بل فقط توزيع احتمالات للنتائج الممكنة، إن الانهيار المفاجئ لدالة الموجة (wavefunction collapse) لا تحكمه معادلة شرودنجر، بل يحدث بطريقة غير مفهومة بالكامل حتى الآن، وتبدو **احتمالية وغير حتمية**.

وهنا نصل إلى ما يسمى:

"اللاحتمية التجريبية: أي عدم القدرة على التنبؤ بنتيجة فردية عند القياس، رغم إمكانية التنبؤ بالتوزيع الإحصائي لنتائج عدد كبير من القياسات:

ملاحظة محورية:

اللاحتمية التجريبية لا تنفي الحتمية على مستوى تطور النظام قبل القياس، بل تتعلق فقط **بما يحدث لحظة القياس**، وهي لحظة يتغير فيها النظام بشكل غير خاضع لمعادلة التطور الحتمي.

3. الحتمية الكلاسيكية مقابل الحتمية الكمومية

في **الميكانيكا الكلاسيكية**، الحتمية تعني أن معرفة الحالة الحالية للنظام (مثل موضع وسرعة جسم) تسمح بتحديد نتيجته المستقبلية بدقة تامة: إذا رميتَ كرةً بسرعة وزاوية محددتين، يمكنك حساب موقعها وسرعتها في أي لحظة لاحقة.

في **ميكانيكا الكم**، الحتمية تأخذ شكلاً آخر: لا تحدد دالة الموجة نتيجة فردية، بل تحدد **نطاقًا محدودًا من الاحتمالات الممكنة** المرتبطة ببنية النظام الكمومية.

فالنظام لا يتصرف تصرفًا عشوائيًا حرًا بلا قيود، بل هو محكوم بمجموعة احتمالات معينة لا يستطيع تجاوزها.

أمثلة داعمة:

- **تجربة الشق المزدوج:(Double-slit experiment)**

لا يظهر الإلكترون فجأة في أي مكان عشوائي، بدلاً من ذلك، يتم رصده ضمن نمط محدد (نمط التداخل)، سواء باعتباره موجة أو جسيما. إذن السلوك مقيد بواحد من خيارين محددين: إما نمط تداخلي أو نمط جسيمي.

- **الاندفاع والموضع:(Momentum and Position)**

عند قياس موضع جسيم محبوس (مثل إلكترون في صندوق)، هناك توزيع احتمالات محدد، فالإلكترون لا يمكن أن يظهر خارج حدود الصندوق؛ بل ينحصر ظهوره ضمن مجال معين محسوب كموميًا (الاحتمالات صفرية خارج هذا المجال).

- **النفق الكمومي:(Quantum Tunneling)**

في النفق الكمومي، مثلما يحدث في الشمس، لا تمر الإلكترونات عبر الحاجز بشكل مطلق أو ممتنع، هناك احتمالية محسوبة كموميًا للنفاذ عبر الحاجز، مرتبطة بطاقة الجسيم وسماكة الحاجز، ولكن النطاق الاحتمالي مضبوط ولا يسمح بحرية مطلقة.

خلاصة هذه الفكرة:

حتى في حالة القياس، نجد أن **النظام مقيد بنطاق محدد من الخيارات**، فلا يستطيع الإلكترون، مثلًا، أن يظهر فجأة في موقع مستحيل أو بطاقةٍ غير منطقية، **فالاحتمالات محدودة ببنية النظام**، وهذه المحدودية تعبر عن نوع خاص من الحتمية.

4. حتمية النطاق الاحتمالي و أثرها الفلسفي:

مجرد أن تكون النتيجة محصورة ضمن عدد محدود من الاحتمالات الممكنة، فهذا نوع من الحتمية.

إنه ليس فوضى مطلقة، بل تنظيم بنيوي عميق يحكم سلوك الجسيمات حتى عند أقصى درجات الاحتمال.

نقطة إضافية:

كوننا **لا نعلم** بالضبط ما الذي يحدد اختيار احتمال بعينه دون غيره في تجربة معينة (رغم معرفتنا بتوزيع الاحتمالات)، لا يعني أن الاختيار يحدث بدون سبب، فقد يكون هناك **تفاعل سببي خفي** في البنية الكمومية نفسها أو في متطلبات الخلق الفيزيائي الدقيقة.

بعض الفرضيات (مثل تفسيرات دي بروي-بوم ((de Broglie-Bohm theory) ترى أن هناك متغيرات خفية تحكم هذا الاختيار السببي.

مثال توضيحي:

النفق الكمومي في الشمس: لو لم يكن هناك احتمال للنفق الكمومي، لما تمكنت الشمس من توليد الطاقة بالسرعة التي تولدها الآن، فالنفق الكمومي ليس عشوائية عبثية، بل هو **ضرورة بنيوية دقيقة** مطلوبة لاستمرارية الحياة.

5. الخلط الشائع: هل ميكانيكا الكم حتمية أم لا؟

كثير من الفلاسفة والفيزيائيين يقعون في خلط بين:

المفهوم	الطبيعة	الحتمية
تطور دالة الموجة	رياضي – وفق معادلة شرودنجر	حتمي تمامًا
نتائج القياس	تجريبي – عبر أجهزة القياس	حتمية احتمالية (محددة النطاق)

بمعنى آخر: الكون يسير وفق تطور حتمي قبل تدخل الإنسان، عند القياس، **يتدخل الإنسان في النظام فيحدث الانهيار** الذي يبدو غير حتمي.

6. أقوال العلماء:

- **روجر بنروز:** "إن معادلة شرودنجر تصف تطور الحالة الكمومية بطريقة حتمية دقيقة. غير أن الانهيار الذي يحدث عند القياس يتطلب قواعد إضافية خارج معادلة شرودنجر، وهي غير مفهومة جيدًا".
- **ألبرت آينشتاين:** "الإله لا يلعب النرد". رفضًا للقول بأن العالم يسير وفق الصدفة، وكان يعتقد بوجود حتمية خفية لم تُكتشف بعد.
- **ستيفن و اينبرغ** (الحائز على نوبل): "مشكلة القياس أن معادلة شرودنجر توحي بأن جميع الاحتمالات تستمر بالتوازي، لكنها في الواقع تنتهي إلى واحدة فقط عند القياس. هذه القفزة من التعدد إلى الوحدة ليست مفهومة".

7. البعد المعرفي (الإبستمولوجي): أثر المنهج العلمي على تصور الحتمية:

أ. بنية المنهج الحسي التجريبي

العلم الحديث القائم على المنهج الحسي التجريبي يعمل وفق قاعدة: **"القياس لأجل التنبؤ، والتنبؤ لأجل التحكم والتحكم لأجل السيطرة".**

- هذه النظرة تربط **المعرفة بالمنفعة** لا بالحقيقة المجردة.
- ما لا يمكن قياسه = لا يمكن معرفته.
- بالتالي: ما لا يمكن التنبؤ به = لا يمكن اعتباره "واقعيًا."

ب. أثر ذلك على تصور الحتمية

عندما **يفشل القياس في التنبؤ بنتيجة معينة**، يُسارع هذا المنهج إلى اعتبار أن **الحتمية منتفية. لكنه يسقط فشله المعرفي على الو اقع نفسه**، وهذا خلل منطقي.

السـؤال الحقيقي يجب أن يكون: **هل عدم قدرتي على التنبؤ دليل على أن الطبيعة غير حتمية؟** أم إن هناك **حتمية كامنة لا أستطيع النفاذ إليها بسبب محدودية أدواتي؟**

ج. مدرسة كوبنهاغن ومفهوم "القياس يصنع الواقع"

- **بور** وأتباعه ذهبوا بعيدًا في هذه النظرة، فقالوا إن:

"الواقع لا يوجد إلا عند القياس". أي إن **الواقع ذاته يتشكل بفضل تدخل الراصد.**

لكن: هذه نظرة **ذاتية مفرطة**، وتلغي وجود عالم موضوعي مستقل عن المراقب.

د. رؤية واقعية بديلة: النظام الكمومي قبل القياس منظم ووظيفي:

- قبل القياس، تتطور الأنظمة الكمومية بدقة عالية تحقق **توازنات ضرورية في الكون**.
- مثلًا:
  - الإلكترونات تدور حول النواة وفق مستويات طاقة محددة.
  - الروابط الكيميائية تتشكل بدقة عبر خصائص كمومية.
  - الفوتونات تتداخل لتشكيل أنماط حيود ضرورية في البصريات.

هذا كله لا يمكن تفسيره على أنه مجرد **فوضى احتمالية**، بل هو **نظام دقيق ذو بنية حتمية كمومية**.

هـ. إذن ما الذي ينهار؟

ليس الواقع ما ينهار، بل **دالة التوقعات المعرفية** الراصدة عندما تحاول القياس.

- **القياس هو فعل تدخلي عنيف** يغيّر النظام نفسه ويُفسد بنيته الكمومية السابقة.

8. الخلاصة الشاملة:

ميكانيكا الكم لا تنفي الحتمية بل تقدم صيغة جديدة منها: حتمية رياضية قبل القياس، وحتمية احتمالية (محددة النطاق) لحظة القياس، و**فشل التنبؤ الدقيق** لا يعني أن الطبيعة غير حتمية، بل يكشف عن **حدود أدواتنا المعرفية**.

الجسيمات الكمومية **لا تتصرف تصرفًا حرًا أو عشوائيًا مطلقًا**، بل ضمن مجال ضيق محدد من الاحتمالات.

قد تكون البنية الكمومية الداخلية أو ضرورات خلق الكون هي التي تفرض هذا النطاق وتتحكم به بشكل سببي دقيق، رغم أننا لا نستطيع قياس هذا السببية بدقة.

إن رفض الحتمية استنادًا إلى قصور المعرفة، مغالطة إبستمولوجية خطيرة، تتجاهل الفرق بين الواقع الموضوعي وحدود الوعي الإنساني.

لماذا هذا التمييز مهم خاصةً في موضوع نشأة الكون؟

بعض الفلاسـفة وعلماء الفيزياء المعاصـرين، مثل لورنس كراوس وسـتيفن هاوكينج، اسـتخدموا فكرة "اللاحتمية" ليقولوا إن الكون يمكن أن "ينشأ من لا شيء"، اعتمادًا على فيزياء الكم.

لكن، بما أن **تطور دالة الموجة حتمي قبل القياس**، فهذا يعني أن الكون، قبل وجود الراصـد (القياس)، **كان يتطور بحتمية** رياضية دقيقة، وليس باحتماليات عشوائية كما يصور البعض.

فبالتالي: **فكرة أن الكون ظهر "بلا سـبب" من العدم اعتمادًا على "لاحتمية الكم" هي خلط علمي** بين عدم الحتمية في القياس (والتي اصطلحنا عليها: بالحتمية الاحتمالية (محددة النطاق) أي إن حتميتها تكمن في النطاق المحدود للنتائج التي لا يمكن الخروج عنها)، وبين الحتمية في التطور الطبيعي للنظام الكمومي.

خلاصة دقيقة:

المفهوم	التوضيح
الحتمية الرياضية	تطور دالة الموجة عبر معادلة شرودنجر بدون تدخل، حتمي تمامًا.
اللاحتمية التجريبية	عند القياس، انهيار دالة الموجة يحدث بطريقة احتمالية، ضـمن نطاق محدد من النتائج الممكنة لا يمكن الخروج عنه.
النتيجة	اللاحتمية مرتبطة بآلية القياس، وليسـت دليلًا على أن الكون أسـاسًـا يسـير بلا حتمية أو سببية.

الفصل الثامن: فيزياء الكم وتفسير نشأة الكون:

يرى بعض العلماء أنّ "الفراغ الكمومي" و"التذبذبات الكمومية" قد تلعب دورًا مهمًّا في تفسير نشأة الكون من "لا شيء". لكن الآخرين يشيرون إلى أنّ "اللاشيء" في الفيزياء ليس عدمًا صرفًا، بل فراغٌ كموميٌّ يعجّ بالتقلبات، فهو "شيءٌ فيزيائيٌّ" لا يمثل العدم الفلسفي. يبقى هذا الحقل مفتوحًا للنقاش والبحث، وتتدخل فيه أسئلة ميتافيزيقية وفلسفية متشعّبة.

وسنتناول تفاسير نشأة الكون المنبثقة عن فيزياء الكم وهي:

(أ) نموذج لورنس كراوس "كون من لا شيء": نموذج التذبذبات الكمومية (Quantum Fluctuations):

(ب) نموذج النفق الكمومي (هارتل-هوكينج)

النموذج الثالث: نموذج "الخلق الكمي بدون خالق- النفق الكمومي- فيلينكن (Vilenkin's tunneling model)

وهذه النماذج الثلاثة سنفرد لها أبحاثا تفصيلية في فصل: العدم الكوانتي، كون من لا شيء وما بعده من فصول.

وسنتناول هنا باقي النماذج المنبثقة عن ميكانيكا الكم بالدراسة والتفصيل:

1. تأثير تفسير انهيار دالة الموجة على فهم نشأة الكون:

عند التفكير في نشأة الكون في ضوء ميكانيكا الكم، نجد أن **تفسير انهيار دالة الموجة** يلعب دورًا جوهريًا في فهم طبيعة الواقع الكوني: هل الكون خرج بالفعل من حالة احتمالية؟ هل توجد أكوان موازية؟ هل كان الكون منذ بدايته متحددًا أم غير متعين؟

دعنا نفصّل:

أ. التفسير الكوبنهاجني (Copenhagen Interpretation)

- **موقفه:** دالة الموجة تعبر عن **احتمالات القياس**، وليست وصفًا للواقع نفسه، بل لأداة حسابية للتنبؤ بالنتائج.
- **الانهيار:** عندما يتم القياس (أي تدخل راصد خارجي)، تنهار الدالة فجأة إلى إحدى الحالات الممكنة.
- **تأثيره على نشأة الكون:** إذا طبقنا هذا التفسير، فمن غير الواضح كيف يمكن للكون أن "يبدأ" لأنه لم يكن هناك راصد أو جهاز قياس خارجي قبل الكون نفسه! بحسب التفسيرات التي تريد إسقاط هذه الأفكار بديلا للاعتقاد بوجود الخالق.

نقد: التفسير الكوبنهاجني يواجه مشكلة في نشأة الكون لأنه يتطلب وجود راصد قبل وجود الكون، وهو أمر غير معقول منطقيًا، في ظل تفسير نشأة الكون من دون خالق!

إذن، كيف حدث الانهيار الأولي الذي حدَّد خصائص الكون؟

كما قال جون ويلر (John Wheeler): "هل احتاج الكون إلى مراقب واعٍ حتى يوجد؟" وهذا يفتح تساؤلات ميتافيزيقية ضخمة أكثر مما يجيب.

- فيه غموض شديد: ماذا يعني أن الواقع لا يكون موجودًا قبل الرصد؟
- إذا كان الواقع يعتمد على الراصد، فمن هو الراصد بالضبط؟
- وماذا عن الكون قبل وجود كائنات واعية ترصده؟

مشكلة في تفسير الوجود نفسه.

ب. تفسير العوالم المتعددة(Many Worlds Interpretation)

- **موقفه:** لا يحدث انهيار لدالة الموجة أبدًا.
- بدلاً من ذلك، عند كل تفاعل أو قياس، تتفرع الأكوان إلى كل الإمكانيات الممكنة. (عند كل قياس، تنشطر الأكوان: في كل كون تظهر نتيجة مختلفة للقياس).
- أي إن كل الاحتمالات تحدث فعلياً، ولكن في أكوان متوازية.
- **تأثيره على نشـــأة الكون:** الكون نشـــأ بطريقة حتمية كموميًا، ومع كل خيار محتمل ظهرت أكوان متعددة. نحن فقط نعيش في فرع معين منها.

نقد:

- لا توجد تجربة حاليًا تثبت وجود هذه الأكوان الموازية.
- التفسير يحمل عبئًا هائلًا بوجود عدد لا نهائي من الأكوان غير المرئية.
- تفسير لا يقدّم تفسيرًا ملموسًا لانهيار الاحتمالات، بل يضاعف الكيانات بلا برهان مباشر.
- يطرح مشكلات عن طبيعة الوعي: في أي عالم "أنا" موجود بعد القياس؟
- يتهمه بعض العلماء مثل **روجر بنروز** بأنه تفسير "مفرط في الافتراضات دون دليل تجريبي " (Extravagant without empirical justification).

ج. التفسيرات الموضوعية لانهيار دالة الموجة (Objective Collapse Models)

- **موقفه:** تُفترض أن دالة الموجة لا تحتاج إلى راصد بشري أو جهاز قياس لتنهار، بل تنهار "تلقائيًا" أو ذاتيا عند بلوغ عتبة من الكتلة أو التعقيد، كما في نموذج GRW (Ghirardi–Rimini–Weber) أو نموذج Penrose القائم على تأثير الجاذبية.
- هذا الانهيار يفترض أن "الواقع الكلاسيكي" (كالموقع والطاقة) يظهر تلقائيًا عند هذه العتبات، دون أن نحتاج لعملية رصد.

- **تأثيره على نشـــأة الكون:** من الممكن أن انهيار دالة الموجة في مرحلة مبكرة هو ما خلق البنية الأولية للكون.

نقد:

- هذه النماذج تتطلب تعديل معادلة شرودنجر، ولا تزال قيد التطوير.
- **التعديلات على معادلة شرودنجر غير مدعومة تجريبيًا:**
- هذه النماذج تضـيف شـروطًا إضـافية على المعادلة الأسـاسـية (شـرودنجر) التي **أثبتت دقة غير مسبوقة** في التنبؤ بنتائج التجارب الكمومية.
- إلى اليوم، لا توجد ملاحظات أو نتائج تجريبية أجبرت المجتمع العلمي على قبول تعديل معادلة شرودنجر.
- لم يتم رصد دليل قاطع على "انهيار تلقائي."
- عدم ملاحظة آثار الانهيار التلقائي على الجسـيمات الكبيرة (mesoscopic systems) رغم حسـاسـية أجهزة القياس الحديثة يضعف من مصداقية هذه النماذج.
- **تناقضات في التنبؤات الزمنية للانهيار:**
- لا يوجد إجماع على "متى" يجب أن يحدث الانهيار التلقائي: هل هو لحظة تجاوز كتلة معينة؟ أو حين تتجاوز دالة الموجة مساحة معينة؟ هذا الغموض يجعل النموذج غير مكتمل من الناحية الفيزيائية.
- بعض نماذج الانهيار تفترض أن الجسيمات قد تنهار حتى دون تفاعل مع محيطها، وهو أمر لم يُشاهد مطلقًا تجريبيًا.
- **مشكلات في الحفاظ على مبدأ حفظ الطاقة:**
- بعض صيغ هذه النماذج، خاصة التي تعتمد على انهيارات عشوائية (stochastic collapses)، تخرق مبدأ حفظ الطاقة أو تستدعي عمليات عشوائية تضيف طاقة إلى النظام دون تفسير.
- في حال كانت الانهيارات تولد تذبذبات أو إشـعاعات صـغيرة كما تتنبأ بعض النماذج، فلماذا لم نرصدها بعد في تجارب دقيقة مثل LIGO أو أجهزة قياس التداخل الكمومي؟
- **فشل في تفسير أصل هذه العتبة:(Threshold)**
- لماذا تنهار دالة الموجة عند كتلة معينة؟ وما الأسـاس الطبيعي أو الميتافيزيقي لذلك؟ تبدو فرضـية العتبة المفاجئة غير مفسَّرة وغير مبررة من الناحية الفيزيائية.
- **التطبيق على نشأة الكون غير مقنع:**
- في لحظة الانفجار العظيم، لم يكن هناك "كتل ضـخمة" أو أجهزة قياس أو حتى تعقيد بالمعنى التقليدي، فكيف يُفترض أن يكون هناك انهيار موضوعي؟

1. **عدم توفر شروط الانهيار في لحظة نشوء الكون**

الانفجار العظيم بدأ من حالة *شـــديدة الكثافة والحرارة*، لكن **بســـيطة كموميًا:** فالجســـيمات لم تكن متجمعة في أنظمة معقدة، ولا توجد كتل كبيرة أو أجسـام ماكروسـكوبية، ولا توجد أجهزة رصـد، ولا تمايز في الزمان والمكان، وبالتالي، **لا يوجد ســـبب لانهيار دالة الموجة** من منظور هذه النماذج، لأن الكتلة لم تتجاوز العتبة المفترضة، ولا تعقيد كافٍ في النظام الأولي.

النتيجة: إذا كان الانهيار لا يحدث إلا عند وجود كتلة كبيرة أو تعقيد، فإن **نشأة الكون لم تكن لتفرز أي خصـــائص محددة** (مثل الموقع أو الكثافة)، مما يعني أن **البنية الأولية للكون – كالتموجات والاختلافات الصـــغيرة في الكثافة – لن تتشـــكل أصـــلاً**، وهذا يتناقض مع ما نرصـــده حاليًا في إشـــعاع الخلفية الكونية (CMB)ومراحل تكون النجوم والمجرات.

2. **الكون كان في حالة "تراكب كمومي"؟ فمن الذي جعله "يختار"؟**

إذا لم يكن هناك **انهيار** في المراحل الأولى، فإن الكون **كله** سـيبقى في حالة **تراكب كمومي شـاملة**، أي إنه – بحسـب النموذج – لم يكن ليبدأ بخصـائص محددة (كأن تكون كثافته أعلى قليلًا هنا أو هناك)، مما يُلغي البذور الأولية لتكون المجرات، وهذا يؤدي إلى **تناقض عميق**:

النماذج التي تحاول تفسـير *ظهور الواقع* بانهيار موضـوعي، **تفشـل بالضـبط عند اللحظة التي يجب أن تفسر فيها أول ظهور لواقع كوني محدد.**

هل يمكن الالتفاف على هذا الاعتراض؟

قد يحاول المدافعون عن الانهيار الموضـــوعي القول: "ربما حدث الانهيار لحظة تولّد أول جســـيمات ذات كتلة صغيرة لكنها كافية لإحداث الانهيار". لكن هذه الفرضية تواجه عدة مشاكل:

1. **تحديد العتبة يصبح اعتباطيًا:** ما الذي يجعل إلكترونًا + فوتونًا كافيًا فجأة؟
2. **الكون كان متجانسًا في البداية:** فلا توجد "تفاوتات" محلية لتمييز أين يحدث الانهيار وأين لا.
3. **النماذج لا تُظهر كيف تبدأ عملية تعقيد كافٍ من لا شيء.**

مقارنة مع تفسيرات أخرى:

- **تفسـير كوبنهاغن** لا يطرح نفسـه كتفسـير لبداية الكون، بل يفترض وجود راصـد أو جهاز – وهو ما لا ينطبق على بدايات الكون.
- **تفســـير العوالم المتعددة (Many-Worlds)** يتجاوز المشـكلة لأنه لا يفترض أي "انهيار" أصـلًا – كل الاحتمالات تحدث، ولكن لا يفسر لماذا نرى احتمالًا واحدًا فقط.

الخلاصة:

نقطة ضعف قاتلة لنظرية الانهيار الموضوعي هي أنها **لا تملك آلية تفسر ظهور الخصائص الأولية للكون في مرحلة ما قبل الكتلة والتعقيد**، وبالتالي، فهي لا تصلح لتفسير نشأة "الواقع الكوني" كما نرصده اليوم، خصوصًا أن الانهيار – إن صحّ – يجب أن يكون قد حدث قبل أن تتشكل الكتل الكبرى، لا بعدها.

إذا كان الانهيار يحدث فقط حين تتجاوز الكتلة عتبة معينة، فهذا لا يفسر كيف بدأت البنية الأولية للكون وهي قائمة على جسيمات دون ذرية في بيئة شديدة البساطة من حيث الكتلة.

ويُمكن تعضيد هذا النقد الموجّه لنظرية الانهيار التلقائي من زاوية إضافية مهمة، وهي تلك المتعلقة بتطبيق هذه النظرية على فرضية نشوء الكون أو الأكوان المتعددة عبر "نفق كمومي" من "بيضة كونية" ساكنة أزلًا أو عبر آلة كونية تنتج أكوانًا متوالية.

فبافتراض أن نشأة الكون الأول، أو أي فقاعة كونية أخرى، حدثت نتيجة انهيار ذاتي دون وجود جهاز رصد، فإن هذا يقتضي أن حالة "البيضة الكونية" أو "الماكينة الكونية" كانت ساكنة ومستقرة منذ الأزل، بلا زمن، بلا تغير، تمامًا مثل حالة "التراكب الكمومي" في أزمنتها غير الديناميكية. لكن هذه الحالة الساكنة من التراكب لا يمكن أن تستمر أزليًا من الناحية الكمومية، لأنها تخضع لمبدأ الانهيار الكمومي نفسه، وهو ما يفرض أن حالة التراكب لا يمكن أن تستقر **دون تدخل خارجي** طاقي.

تمامًا كما ثبت في الفصل المتعلق باستحالة استقرار "البيضة الكونية" في حالة توازن أبدي بين الضغط والجاذبية دون أن يحدث فيها تغير يؤدي إلى الانفجار، فإن فرضية وجود آلة كونية تنتج أكوانًا أو فقاعات متعاقبة تنهار تلقائيًا أيضًا تواجه الإشكال نفسه. إذ إن هذه الآلة، لو كانت أزلية ولا تخضع لسبب أو محفز خارجي، تكون في حالة "سكون كمومي" تخالف طبيعة التفاعل الكمومي، مما يؤدي إلى نقض مبدأ الانهيار التلقائي ذاته.

أي إن الانهيار الذاتي أو الموضوعي، إن تم قبوله، لا يمكن أن يفسّر نشوء الكون من بيئة ساكنة أو من حالة تراكب كمومي أزلي دون راصد، لأن السكون الكمومي لا يُنتج فعلًا، ولا يبدأ زمنًا، ولا ينشئ تمايزًا، **إلا إذا وُجد سبب طاقي يُحدث ذلك الخرق في التوازن**، **وهو ما يعيد المسألة إلى المربع الأول**: **الحاجة إلى "مُسبب أول خارجي"** ذي طاقة قادرة على كسر هذا السكون الكمومي وبدء نشأة الواقع الفيزيائي، وهو ما ينقض مزاعم الانهيار التلقائي ويعيد التأكيد على **ضرورة وجود خالق عليم قدير ضبط هذه العتبة بدقة**.

د. التفسير العلائقي(Relational Interpretation)

- **موقفه:** لا توجد خصائص مطلقة للجسيمات، مثل الموقع أو الزخم، بل توجد فقط عندما تتفاعل أو ترتبط مع نظام آخر، ما يجعل هذه الخصائص "علائقية" (أي نسبية بين الأشياء).
- **تأثيره على نشأة الكون:** قد يعني أن خصائص الكون الأولى لم تكن مطلقة بل نسبية، واعتمدت على علاقات داخلية في النظام الوليد.

نقد:

- التفسير معقد فلسفيًا، ويجعل الحديث عن "واقع مستقل بذاته" أمرًا غير بديهي.

1. **تفكيك مفهوم "الواقع المستقل:"**

هذا التفسير يقترب فلسفيًا من "النسبية المطلقة"، أي أنه لا توجد حقيقة موضوعية ثابتة، بل كل شيء نسبي، ما يتصادم مع الفهم التقليدي للعلم القائم على وجود قوانين كونية صالحة لجميع المراقبين، ويجعل الحديث عن الكون في لحظاته الأولى أمرًا صعبًا، إذ لم تكن هناك أنظمة مترابطة متعددة، بل نظام واحد في بدايته، فمن هو "الآخر" الذي تُحدَّد الخصائص بالنسبة له؟

2. **إفراغ مفهوم القياس من المضمون السببي:**

إذا كان كل شيء علائقيًا، فما معنى القياس؟ هل هو مجرد تسجيل علاقة دون أثر سببي في الواقع؟ وهذا يضعف الدور العملي للقياس في التسبب بانهيار دالة الموجة ويحوّله إلى مجرد تفاعل لغوي أو وصفي بين النظام والمراقب.

3. **ضعف في التنبؤات القابلة للاختبار:**

لا تقدم هذه النظرية توقعات مختلفة يمكن اختبارها تجريبيًا عن التفسيرات الأخرى مثل كوبنهاغن أو التفسيرات اللاموضعية، لكن التجارب التي يفترض أنها تدعمها (مثل تجربة Wigner's friend) يمكن أيضًا تأويلها ضمن أطر تفسيرات أخرى دون الحاجة لهذا التعقيد الفلسفي.

4. **إشكالية الزمن والسببية:**

إذا كانت الخصائص تظهر فقط في علاقات، فكيف يتم ترتيب السببية؟ ومن أين يبدأ "التتابع" الزمني الذي نعتمد عليه في فهم التغيرات في الكون؟ فالتفسير لا يقدّم وصفًا واضحًا لكيفية بناء سلسلة زمنية للأحداث دون وجود "مرجع كوني" للخصائص.

5. **التطبيق الكوني غامض:**

عند تطبيق هذا النموذج على لحظات نشوء الكون، نُجبر على افتراض أن خصائص الكون كلها لم تكن موجودة حتى ظهرت "علاقات" بين أجزائه، لكن: ما نوع هذه العلاقات؟ هل هي مكانية؟ فيزيائية؟ مجرّد احتمالات؟ من أسّس العلاقة الأولى لكي تبدأ بقية العلاقات؟ هذه أسئلة تفتح الباب إلى تساؤلات ميتافيزيقية فكرية علمية.

خاتمة مقارنة:

التفسير	نقاط القوة	نقاط الضعف الموسعة
الانهيار الموضوعي	يحاول إعطاء "آلية مادية" للانهيار	يحتاج تعديلًا كبيرًا على الفيزياء المقبولة – لا دليل تجريبي – مشاكل حفظ الطاقة – لا يفسر نشأة الكون المبكرة

التفسير	نقاط القوة	نقاط الضعف الموسعة
العلائقي	يواكب نسبية المعرفة – يزيل الحاجة لمراقب مطلق	يتجاهل الواقع الموضوعي – غامض تجريبيًا – مشاكل فلسفية في السببية والزمن – لا يفسر لحظة البداية

6. التقييم النقدي العام

التفسير	القوة	نقاط الضعف
كوبنهاجني	مدعوم تجريبيًا في أنظمة صغيرة	يفشل في تفسير بداية الكون بدون راصد
عوالم متعددة	يحافظ على الحتمية الكمومية	عبء وجود عدد لانهائي من الأكوان
الانهيار الموضوعي	يحافظ على الواقعية بدون راصد	بحاجة إلى تعديلات على ميكانيكا الكم، لم تثبت تجريبيًا
العلائقي	يقدم فهمًا نسبيًا للواقع	معقد وصعب الاختبار التجريبي

7. خلاصة نقدية بخصوص نشأة الكون

- جميع التفسيرات تواجه صعوبة حقيقية في تفسير كيفية نشأة الكون إذا بدأ من حالة كمومية نقية (pure quantum state).
- لا توجد حتى الآن تجربة حاسمة تدعم تفسيرًا على آخر.
- التناقض العميق:
  - ميكانيكا الكم تصف ظهور الاحتمالات، لكنها لا تفسر من أين جاءت القوانين نفسها أو المادة والطاقة الأساسية.
  - إذًا، يبقى السؤال الأساسي بلا إجابة علمية مكتملة: **من أين جاءت القوانين والفضاء والفراغ الكمومي نفسه؟**

كما قال الفيزيائي الشهير روجر بنروز: "**ليس لدينا حتى الآن تفسير مقنع لكيفية تحول الاحتمالات الكمومية إلى واقع فعلي، خصوصًا عندما يتعلق الأمر بظهور الكون نفسه**".

2. فصل نقدي: حدود مبدأ عدم اليقين في ميكانيكا الكم

مقدمة: ماذا يقول مبدأ عدم اليقين؟

ينص مبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ على أنه من المستحيل معرفة بعض أزواج الخصائص الفيزيائية لجسيم كمومي بدقة مطلقة في الوقت ذاته، مثل الموضع والزخم الخطي (أو السرعة). كلما زادت دقة معرفة أحدهما، قلت دقة معرفة الآخر. أي زادت "لادقتك" في قياس الآخر، والعكس صحيح، وليس ذلك بسبب قصور في أدواتنا، بل بسبب طبيعة الجسيمات نفسها!

هذه الفكرة مكون أساسي في ميكانيكا الكم، وتُفهم عادةً على أنها إعلان عن "فوضى" أو "لاحتمية" عميقة في الطبيعة، لكن هل مبدأ عدم اليقين يعني أن الكون محكوم بالفوضى؟ أم أن هناك حدودًا دقيقة لفهمنا للمبدأ تمنع هذا الاستنتاج؟ دعونا نحلل الموضوع نقديًا.

1. **مبدأ عدم اليقين: قيود القياس لا فوضى في الواقع**

مبدأ عدم اليقين لا يقول إن الجسيمات "تتصرف" بفوضوية، بل يقول إن معرفتنا المقاسة لهذه الجسيمات محدودة، كما أوضح نيلز بور: "عدم اليقين ليس وصفًا لفوضى في الواقع، بل حد لما يمكن معرفته عن الواقع".

- **التصحيح المهم:** الجسيم نفسه قد يكون له موقع وسرعة محددان في كل لحظة، لكن عملية القياس تدمر هذه المعرفة الدقيقة.
- **السبب:** جهاز القياس يحتاج للتفاعل مع الجسيم، وهذا التفاعل يغير حالة الجسيم الكمومية.

باختصار، **اللاحتمية في النتائج تظهر من حدود أدواتنا ونظرياتنا، وليس بالضرورة من عشوائية الواقع ذاته.**

2. **هل عدم اليقين يسبب فوضى على مستوى الكون الكبير؟**

رأي الفيزياء الكلاسيكية:

على المستوى الكوني (النجوم، الكواكب)، الأجسام تتكون من أعداد هائلة جدًا من الجسيمات، فتأثيرات مبدأ عدم اليقين تتضاءل بسبب قانون الأعداد الكبيرة، والنتيجة: يَظهر سلوك الكون الكبير (الماكروسكوبي) حتميًا ومنتظمًا.

رأي بعض علماء الكم:

هناك نظريات مثل التراكب decoherence تشرح كيف تتبدد الخصائص الكمومية (مثل التراكب) بسرعة فائقة في الأنظمة الكبيرة، مما يجعل العالم الكلاسيكي يبدو حتميًا ومستقرًا، وهذا لا يعني أن الكون الكبير خاضع للفوضى بسبب مبدأ عدم اليقين. والكون على المستوى الكبير يبدو حتميًا بسبب تجمع التأثيرات الكمومية في أنماط منتظمة.

كما يقول آلان جوث: "رغم أن ميكانيكا الكم تحكم الجسيمات الصغيرة، إلا أن الكون العياني يعمل كآلة مستقرة ومقيدة بقوانين دقيقة".

مبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ لا يثبت أن الكون محكوم بالفوضى أو العشوائية المطلقة، بل يشير إلى حدود معرفتنا في القياس. وقد يكون الواقع الكمومي حتميًا في بنيته الأعمق، لكن أدواتنا في الرصد تفرض علينا تصورًا احتماليًا له.

وبالتالي، لا يصلح مبدأ عدم اليقين ليُستخدم كحجة قاطعة لنفي الحتمية أو السببية في الكون، ولا لتبرير ادعاءات نشوء الكون من العدم أو بدون نظام.

الفصل التاسع: لماذا يحتاج الكون إلى سبب أول خارجي؟ (تحليل علمي وفلسفي)

1. مقدمة تمهيدية

بعد أن بيَّنَّا أن القوانين العلمية لا تخلق شيئاً، وإنما تصف فقط أنماطاً لسلوك الموجودات، تظهر حاجة عميقة إلى سؤال آخر: إذا كانت القوانين لا تخلق، فمن أين جاء الكون أصلاً؟ ولماذا هناك شيء بدلاً من لا شيء؟

الإجابة التقليدية عند الفلاسفة والعلماء تقول: لا بد من **سبب أول**، ميتافيزيقي (خارج النظام الفيزيائي نفسه)، يفسر وجود الكون.

دعونا نحلل هذا السؤال بدقة علمية وفلسفية.

2. قانون السببية العقلية: أساس منطقي

تعريف القانون: "كل شيء حادث (له بداية) لا بد له من سبب لحدوثه". وهذا القانون ليس قانوناً تجريبياً فقط، بل مبدأ عقلي ضروري تقوم عليه المعرفة والعلم، إذ بدون السببية، لا معنى للعلم أو لاختبار الفرضيات، **فهذا القانون إذن** أساس البحث العلمي نفسه: إذ إن كل تجربة تهدف إلى معرفة سبب ظاهرة معينة، وبدونه، يصبح العالم فوضوياً وغير قابل للفهم أو الدراسة.

نقد الإعتراضات:

الاعتراض القائل أن ميكانيكا الكم "تنتهك السببية" خطأ شائع، كما بيَّن ستيفن هاوكينج: "ميكانيكا الكم لا تلغي السببية، بل تعدل طريقة توقع النتائج من خلال احتمالات مدروسة". إذن: قانون السببية ما زال صالحاً أساسياً حتى في عالم الكم.

3. الحدوث الكوني (Big Bang) ودليل الحاجة إلى سبب

ماذا نعرف علمياً عن بداية الكون؟ نموذج الانفجار العظيم (Big Bang) هو الإطار العلمي السائد لنشأة الكون، وتشير البيانات إلى أن الكون كان في حالة كثافة وطاقة شديدتين قبل 13.8 مليار سنة، وأن **الزمكان نفسه** نشأ مع الانفجار العظيم، و**مغزى ذلك: أن** الكون بجملته حادث، أي له بداية.

دليل الحدوث الفلسفي (الكلامي):

1. كل ما له بداية يحتاج إلى سبب.
2. الكون له بداية.
3. إذن، الكون يحتاج إلى سبب.

التأييد العلمي:

توسع الكون المرصود، وإشعاع الخلفية الكونية، ونسب توزيع العناصر الأولية كلها تشير إلى أن الكون كان له بداية.

4. نقد النظريات البديلة التي تحاول نفي الحاجة إلى سبب

أ. الأكوان المتعددة(Multiverse)

حتى لو وُجدت أكوان متعددة، ف"مجموعة الأكوان" نفسها بحاجة إلى تفسير، والأكوان المتعددة لا تهرب من السؤال الأساسي: لماذا هناك أكوان أصلاً بدلاً من لا شيء؟

ب. النماذج الكمية مثل نفق الكم(Quantum Tunneling)

هذه النماذج تعتمد على قوانين فيزيائية معينة (مبدأ عدم اليقين، تذبذبات الفراغ... إلخ)، لكنها تفترض مسبقاً وجود "فراغ كمومي نشط" (وليس عدماً حقيقياً)، وقوانين تحكم هذا الفراغ، إذن فهي ليست تفسيرات للخلق من العدم المطلق، بل محاولات لإعادة تفسير كيف ينتج شيء من "شيء آخر."

5. ما هي صفات السبب الأول بحسب مقتضى الدليل؟

بناء على التحليل الفلسفي والعلمي: غير مادي: لأن المادة والزمان بدأوا مع الكون، و**لا يخضع للزمان ولا للمكان:** لأنهما مخلوقان له، و**قادر على الإحداث من العدم، وهو واحد:** لتفسير وحدة القوانين الكونية، وهو **حكيم ومريد:** لأن الخلق يتطلب ترجيح حدوث الكون بدلاً من لا شيء.

6. الخاتمة

الفرضيات القائمة على الفهم الخاطئ لمبدأ عدم اليقين أو الخلط بين القوانين العلمية والكونية لا تنقض حاجة الكون إلى سبب أول.

الأدلة العلمية (Big Bang) والفلسفية (قانون السببية) تظل تشير بقوة إلى وجود خالق أو مسبب أعلى، لا يخضع للزمان ولا للمكان.

كيف نفهم العلاقة بين السبب الأول ونظام القوانين الكونية؟

1. مقدمة تمهيدية

بعد أن بيَّنَّا أن الكون بحاجة إلى سبب أول، يظهر سؤال عميق آخر: **ما العلاقة بين هذا السبب الأول والقوانين الكونية؟** هل القوانين الكونية كائنات مستقلة قائمة بذاتها؟ أم أنها منظومة صادرة عن إرادة وحكمة السبب الأول؟

لفهم هذه المسألة، نحتاج إلى تفكيك طبيعة "القانون الكوني" أولاً.

2. ماهية القوانين الكونية

ماذا نعني بالقانون الكوني؟ القانون الكوني هو "وصف منتظم للعلاقات بين الظواهر الطبيعية". والقوانين لا تخلق شيئًا، والقوانين تصف كيف تتصرف الأشياء، لكنها لا تملك قوة فاعلة مستقلة، كمثال: قانون الجاذبية يصف كيف تجذب الكتل بعضها البعض، لكنه لا يخلق الكتل ولا يجبرها بفعل مستقل.

تحليل نقدي:

القوانين تشـبه القواعد التي تصـف لعبة موجودة بالفعل، وبدون وجود الكتل والمكان والزمان، لا معنى لقانون الجاذبية، إذن: القوانين تعتمد وجوديًا على الأشياء، لا العكس.

3. هل القوانين صادرة عن السبب الأول؟

أ. التحليل العقلي:

بما أن القوانين ليست كيانات قائمة بذاتها بل وصف لسلوك الأشياء، وكان السبب الأول هو خالق الأشياء، فمن الطبيعي أن تكون القوانين جزءًا من فعله، فالقوانين إذن: ليست "موجودات أزلية"، بل هي ناتجة عن إبداع السبب الأول، الذي أنشأ الكون وجعل له نظامًا.

ب. دعم فلسفي:

قال أينشتاين: "أعظم إدراك ديني أشعر به هو إدراكي لوجود نظام "عقلي" [الصواب: حكيم] فائق يعبر عن نفسه في العالم، إدراك عميق يجعل عقولنا القاصرة تدرك بعمق تفاهة قدراتها أمامه".

والقوانين انعكاس لحكمة وحكمة عميقة، ووجود قوانين دقيقة يشير إلى حكيم منظم.

4. نقد الفرضية المعاكسة (استقلال القوانين)

هل القوانين مستقلة عن السبب الأول؟ لو كانت القوانين أزلية ومستقلة، لكانت شبيهة بـ"آلهة متعددة" تحكم الوجود، وهذا ينقض وحدة الكون وتماسكه، كما أن القوانين نفسها تحتاج إلى إطار وجودي تنطبق فيه، فلا معنى لقوانين "معلقة في الفراغ" بلا كون.

شهادة علمية:

قال بول ديفيز: "السؤال العميق ليس لماذا الكون يتبع القوانين، بل لماذا توجد هذه القوانين أصلاً، ولماذا هي بتلك الصورة الدقيقة؟" إذن وجود القوانين وطبيعتها وترابطها، كلها تشير إلى خضوعها لإرادة أعلى.

5. التفسير الصحيح العقلي: القوانين مخلوقة مع الكون

نقاط جوهرية: القوانين لم تكن موجودة قبل الكون، والقوانين جزء من نسيج الكون نفسه، وكما خُلق الزمكان والمادة والطاقة، خُلقت القوانين التي تضبط سلوكها، **فالنتيجة: لم يخلق الخالق (السبب الأول)** المادة فقط، بل الإطار القانوني الذي يحكمها، والقوانين انعكاس لانتظام الإرادة الخالقة.

6. الخاتمة

فهم العلاقة بين السبب الأول والقوانين الكونية يكشف أن القوانين ليست كيانات مستقلة، بل مخلوقة مع الكون، ومنسوجة بإرادة حكيمة دقيقة، وتشير العقلانية العميقة للقوانين بقوة إلى أن وراء الكون حكيماً وإرادة، وليست القوانين كيانًا أزليًا بديلاً عن الخالق.

الفصل العاشر: العدم الكو انتي، كون من لا شيء! هل نشأ الكون نتيجة التذبذات (التقلبات) الكمومية؟

يرى بعض العلماء أنّ "الفراغ الكمومي" و"التذبذبات الكمومية" قد تلعب دورًا مهمًّا في تفسير نشأة الكون من "لا شــيء". لكن الآخرين يشــيرون إلى أنّ "اللاشــيء" في الفيزياء ليس عدمًا صــرفًا، بل فراغٌ كموميٌّ يعجّ بالتقلبات، فهو "شـيءٌ فيزيائيٌّ" لا يمثل العدم الفلسـفي. يبقى هذا الحقل مفتوحًا للنقاش والبحث، وتتدخل فيه أسئلة ميتافيزيقية وفلسفية متشعّبة.

وقد نزع بعض أتباع المنهج الحســي التجريبي (مثل هاوكينج في كتابه التصــميم العظيم، *The Grand Design*، وتبعـه لورانس كراوس في كتـابـه: كون من لاشــيء *A Universe from Nothing*) مفهوم العـدم الفلســفي ووضــعوه في ســياق الحس، وهم ينفون فكرة الحدوث أصــلا، فأرادوا تفســير العدم في ظل ما هو موجود في الكون، **واعتبروا العـدم الفلســفي نظيرا لمفهوم الفراغ، Vacuum أو "اللاشــيء"**، ونفوا وجود الفراغ واللاشـيء في الكون المحســوس، وقال: "إن مقولة خلق الكون من العدم تعني حقا الكون من الإمكانية، وهذا يعني أننا إذا جمعنا كل الكتل والطاقة في الكون وكل أقواس الجاذبية وكل شـيء آخر، ســيكون المجموع النهائي مســاويا للصــفر، لذلك من الممكن أن نقول أن الكون جاء من العدم حقا، **وبالتالي "العدم" هو كل شيء نراه أمامنا**".[58]

هل يمكن لميكانيكا الكم أن تفسر نشأة الكون من لا شيء؟

النموذج الأول: نموذج لورنس كراوس "كون من لا شـيء": نموذج التذبذبات الكمومية (Quantum Fluctuations):

ما هي فرضية التقلبات الكمومية لنشأة الكون؟ الادعاء:

زعم ستيفن هاوكينج ولورانس كراوس أن:

- نموذج التذبذبات الكمومية (Quantum Fluctuations) يقترح أن فراغا كموميا مضطربًا ولّد الكون.
- الفراغ الكمومي، رغم اســمه، ليس لاشــيء، ليس خالياً تماماً، بل فيه طاقة فراغية، وهو حالة من الطاقة الدنيا مليئة بالتقلبات الكمومية العشوائية.
- تقلبات الفراغ الكمومي (quantum fluctuations) يمكن أن تولد الكون من "لا شيء."

---

[58] أنظر: ما هو اللاشـيء، وهل وُلد الكون من لا شـيء؟ وانظر هامش فصـل: مشـكلة الطاقة السـالبة والموجبة هل محصـلة مجموع طاقات الكون تسـاوي صـفرا؟ وانظر هامش فصـل: هندسـة الكون: الكون المسـطح تماما: تعيير الكثافة الكونية المبكرة. للفهم الدقيق لمسـألة مجموع طاقات الكون.

- يعتمد هذا الطرح بشدة على مبدأ اللاحتمية، مبدأ عدم اليقين (uncertainty principle) حيث يمكن أن تظهر **أزواج** من الجسيمات والجسيمات المضادة (جسيم/ضديد جسيم) بشكل عابر من الفراغ فجأة ثم تختفي.
- بما أن فيزياء الكم تسمح بتقلبات عشوائية في الفراغ، فليس هناك حاجة لسبب أول أو خالق.
- بناءً عليه، يُقترح أن الكون نفسه قد يكون نتيجة "تذبذب كمومي" ضخم
- أبرز من روّج لهذه الفكرة: إدوارد تريون (1973) – اقترح أن الكون قد يكون "تقلبًا كموميًا" عملاقًا.

النقد العلمي والفلسفي العميق لهذا الطرح

(أ) الفراغ الكمومي ليس "لا شيء!"

- **الفراغ الكمومي** ليس عدماً فلسفياً حقيقياً.

إنه حالة فيزيائية تحتوي على طاقة كامنة.(zero-point energy) وتحكمه حقولٌ كمومية (fields) تتذبذب بنشاط، ويخضع لقوانينَ رياضية فيزيائية تحكم السلوك (مثل: قوانين الكم والنسبية).

إذن الفراغ الكمومي "شيء" موجود له بنية وقوانين، غني بهيكل رياضي وقوانين نشطة، وليس "لا شيء."وليس بالعدم الحقيقي (العدم الفلسفي = انعدام مطلق للوجود، غياب تام لأي شيء (لا طاقة، لا فضاء، لا قوانين)). فالادعاء بأن الفراغ الكمومي هو "لا شيء" خلط بين الوجود الفيزيائي وبين العدم الفلسفي.

قال الفيلسوف الفيزيائي ديفيد ألبرت (David Albert)، معلقًا على فكرة لورانس كراوس: "**لا شيء** بالمعنى الفلسفي لا يملك حقولًا أو قوانين فيزيائية. ولكن الفراغ الكمومي مليء بالبنية، وبالتالي فإن القول إنه لا شيء، هو تحريف فادح خطير للمفاهيم." "الفراغ الكمومي ليس العدم. إنه شيء غني بالبنية، (طاقة، مجالات، قوانين)، غني بهيكل رياضي وقوانين نشطة". **النتيجة** :النموذج لا يتعامل مع "لا شيء" بل مع نظام فيزيائي موجود مسبقًا.

كما قال روجر بنروز:*"الفراغ الكمومي هو حالة ذات طاقة دنيا لكنه لا يمثل غيابًا تامًا للوجود".*

(ب) الحاجة لقوانين فيزيائية مسبقة

حدوث تذبذب كمومي يتطلب: قوانين كمومية (مثل مبدأ عدم اليقين)، وإطارا زمنيا-مكانيا قائما لتحدث فيه التذبذبات. يقول باول ديفيز: "لا يوجد شيء اسمه تذبذب دون وجود نظام قانوني يسمح بحدوث التذبذب."

إذن **لا تشرح هذه النظرية أصل الفضاء والزمن والقوانين** بل تفترضها ضمناً.

(ج) كيف ظهرت القوانين أصلاً؟

لو كانت التقلبات الكمومية موجودة قبل الكون، فمن أين جاءت القوانين نفسها التي تسمح للتقلبات بالحدوث؟ كيف تكون القوانين موجودة قبل وجود الكون المادي نفسه؟ فالقانون الفيزيائي لا يمكن أن "يوجد" دون فضاء وزمان ونظام محدد لكي يعمل، ولا يمكن أن يكون موجودًا في "لاشيء" مطلق.

(د) مبدأ هايزنبرج لا يلغي السببية

مبدأ عدم اليقين (Heisenberg Uncertainty Principle) يضع حدودًا على **دقة القياس** لأزواج من المتغيرات (مثل الموقع والزخم)، **لكنه لا يلغي وجود علاقات سببية** تحكم تطور الأنظمة الكمومية، ولا يضع حدودا للوجود. و**التقلبات الكمومية** تحدث **داخل نظام موجود مسبقًا بالفعل** (كالفراغ الكمومي ذاته وقوانينه)، ولا تخرج الأشياء إلى الوجود من عدم مطلق. إذن، استخدام مبدأ عدم اليقين كذريعة لإلغاء السببية خطأ مفاهيمي.

فمبدأ اللاحتمية التجريبية لا يثبت أن الكيانات تظهر "بلا سبب"، بل إن سلوكها عند القياس يتبع احتمالات.

(هـ) الحتمية الرياضية تحكم تطور النظام قبل القياس:

قبل حدوث القياس أو التفاعل، تتطور الأنظمة الكمومية **حتميًا** وفق **معادلة شرودنجر** أو معادلات التطور الكمومي الأخرى. تطور دالة الموجة قبل تدخل القياس هو حتمي. وقبل أن يوجد "راصد" أو "مراقب"، كان يفترض أن النظام الكوني يتطور حتميًا وفق معادلات دقيقة، واللاحتمية لا تظهر إلا **عند القياس**، وليس خلال التطور العادي لدالة الموجة، وبالتالي، القول إن الكون ظهر "عشوائيًا" من لا شيء **يتجاهل** أن النظام كان يتحكم به **نظام تطوري دقيق** قبل أي "ظهور". إذن، القول إن الكون ظهر بشكل لاحتمي هو **<u>قفز على معادلات الحتمية</u>**.

1. **آراء نقدية لعلماء وفلاسفة الفيزياء في الموضوع:**

- **روجر بنروز:** "فكرة أن الكون نشأ تلقائيًا من لا شيء بسبب تقلبات كمومية فكرة تفتقر إلى تفسير مقنع، لأن تقلبات الفراغ تتطلب وجود فضاء وزمان وقوانين فيزيائية سابقة، **وهي الأمور نفسها التي نحاول تفسير نشأتها**."
- روجر بنروز ينتقد بشدة هذا الطرح قائلاً: *"تصوير أن الكون ينشأ من لا شيء استنادًا إلى التذبذبات الكمومية هو سوء تفسير كارثي"*.
- **ستيفن بار (Stephen Barr):** الميكانيكا الكمومية لا تقول إن شيئًا يأتي من لا شيء، بل تقول إن الأنظمة الموجودة يمكن أن تتصرف بشكل عشوائي ظاهريًا في ظل ظروف معينة".

▪ **جون بولكينغهورن:(John Polkinghorne)**: التقلبات الكمومية تتطلب وسطًا يحدث فيه التذبذب (كالفراغ الكمومي)، لكن الفضاء والقوانين هما نفس الشيء الذي نحاول تفسير نشأته."!

2. **تفصيل دقيق: الفرق بين وجود الاحتمالات وحدوثها:**

في ميكانيكا الكم، وجود احتمالات معينة لا يعني أنها تحدث عشوائيًا أو دون سبب، حتى لو قيل إن الكون ينشأ بتقلب كمومي فإن ذلك: يتطلب وجود حقل كمومي أولي، وقوانين تحكم تلك التقلبات، ويتطلب وجود شروط مبدئية تتيح نشوء التذبذب؛ **أي إن السببية ما زالت موجودة بطريقة أعمق! تتحول إلى بنية أعمق في خلفية الأحداث، وليست ملغاة.**

خلاصة منطقية نقدية:

الادعاء الخاطئ	الرد العلمي
الفراغ الكمومي = لا شيء	الفراغ الكمومي وسط فيزيائي حقيقي مليء بالبنية والطاقة والقوانين.
مبدأ هايزنبرج يلغي السببية	مبدأ هايزنبرج يحدد دقة القياس، ولا يلغي العلاقات السببية العميقة بين الكيانات.
الكون نشأ بلا سبب من لا شيء	لا يوجد أي إثبات علمي صحيح لهذه الفرضية؛ بل ما يوجد وسط وقوانين تتحكم.

الخاتمة:

اللاحتمية التجريبية ليست دليلا على فوضى كونية، بل قصور في معرفتنا بالنتائج الفردية للقياس.

الحتمية الرياضية في تطور دالة الموجة تقترح وجود نظام أعمق ودقيق يحكم تطور الكون قبل تدخل الراصد أو الجهاز.

ادعاءات نشوء الكون من لا شيء عبر ميكانيكا الكم تسقط عند أول تحليل نقدي علمي جاد، وتبقى الأسئلة الكبرى مفتوحة حول ضرورة وجود سبب أول أو خالق.

المغالطة في المصطلحات والمفاهيم التي تدل عليها:

يقول الدكتور مات ستراسلر Matt Strassler أستاذ الفيزياء النظرية بجامعة هارفرد: "ولكن في الفيزياء، الطاقة ليست أيا من هذه الأمور التي يقصدها الناس عندما يستخدمون كلمة طاقة، سوف تقع في خطأ فيزيائي كبير إذا خلطت التعريفات الإنجليزية بالتعريفات الفيزيائية! داخل الفيزياء يجب أن تقبض على المعنى الفيزيائي، وإلا فستحصل على إجابات خاطئة، ويختلط عليك الأمر تماما"[59]

فالفراغ الفيزيائي الذي يسميه علماء فيزياء الكوانتم "اللاشيء"، والذي يدَّعون أن الكون ممكن أن ينشأ من ذلك اللاشيء! ليس هو العدم الفكري أو الفلسفي الحقيقي، وليس العدم نظير "الفراغ"، حين يكون "الفراغ" مشغورا بمواد مخلوقة كجسيمات النيوترينو وحقل هيجز وغيره، إذن: كيف سيكون في الكون

[59] اختراق عقل. د. أحمد إبراهيم. ص 70 عن. ,Matt Strassler [March 27, 2012] Mass and Energy

المخلوق أي في المادة أو الطاقة المخلوقة عدمٌ فيحوي الشـيء ونقيضـه؟ كيف يسـوغ الفيزيائيون القائلون بحدوث الشيء من اللاشيء لأنفسهم هذا التلاعب بالألفاظ، فيصفون حدوث الشيء من الشيء ويقحمون كلمة اللاشيء بشكل مضلل سيء للغاية؟ فطالما أن ما يسمى بالفراغ مشغور بسبعة عشر نوعا من المادة والطاقة والحقول، فهو شيء إذن!

يقول مارتن ريس: "يدعي علماء الكونيات أحيانا أن نشأة الكون كانت من "اللاشيء"، لكن ينبغي عليهم أن يعوا جيدا ما يقولون، خاصة عند التعامل مع الفلاسفة، لقد أدركنا منذ آينشتاين أن الفضاء الفارغ يمكن أن يكون لديه بنية، بحيث يمكن أن يلتوي ويشوه، حتى لو تقلص إلى "نقطة"، فهو مبطن بجسيمات وقوى، ولا يزال هذا البناء أكثر ثراء بكثير من "اللاشيء" الخاص بالفلاسفة، قد يصبح المنظرون قادرين يوما ما على كتابة معادلات جوهرية تحكم الواقع المادي، لكن لن تستطيع الفيزياء تفسير ما الذي أورى نار المعادلات، وبثها في الكون الحقيقي، ما زال التساؤل الجوهري: "لماذا يتعين أن يكون هناك شيء ما بدلا من العدم أو اللاشيء؟" في أعراف الفلاسفة، لكنهم على الأغلب يكونون أكثر حكمة في الرد، فمثلما قال الفيلسوف (لودفيج فتجنشتاين) "إذا لم يكن أحد قادرا على الرد، فيجب على المرء التزام الصمت".[60]

كثافة طاقة الفراغ، طاقة النقطة صفر:

في فصل: توطئة بين يدي دليل الإثبات: توضيح بعض المصطلحات والحقائق، قدمنا تعريفا وشرحا لمفهوم **كثافة طاقة الفراغ**[61] Energy Density of the Vacuum الخاصة بكوننا، (وتسمى أيضا **طاقة نقطة الصفر** Zero Point Energy ZPE، **ويسمى بثابت التوسع الكوني** في النظرية النسبية وتسمى أيضا **بالطاقة المظلمة**[62]): بحسب فيزياء الكم، فإن الفضاء "الفارغ" ليس بفارغ فعلا[63]، بل يحوي طاقة (كالطاقة المظلمة، والطاقة الناتجة عن 17 نوعا من الجزيئات التي تملؤ ذلك الفراغ من الزمكان[64]، مثل حقل هيجز،

---

[60] فقط ستة أرقام، د. مارتن ريس أستاذ علوم الفيزياء وفلكي المملكة المتحدة، ترجمة جنات جمال وآخرون، ص 165 مركز براهين لدراسة الإلحاد

[61] What is the energy density of the vacuum?

[62] The Degree of Fine-Tuning in our Universe Fred C. Adams p 49.

[63] قد يتخيل الناس أن ما بين النجوم والمجرات هو فراغ، وخواء وخلاء، والحقيقة أنه يحوي إلى جانب الخواء والفراغ: 17 نوعا من الجسيمات منها جسيمات قليلة الكثافة، وبلازما هيدروجينية، واشعاعات كهرومغناطيسية، وحقولا مغناطيسية، وجسيمات نيوترينو، متعادلة كهربيا وتسير بسرعة تقارب سرعة الضوء، يمكنها اختراق المادة، تقدر حرراتها الآن ب1.95 كلفن، وهي تشبه الاشعاعات الخلفية الكونية، تلك الإشعاعات الخلفية تعطي صورة يقول الفلكيون أنها معلومات عن الكون عندما كان عمره ثانيتين، كذلك نظريا يقال أن في الفضاء بين النجوم المادة المظلمة، والطاقة المظلمة، فالمهم هنا أن ما هو بين النجوم ليس مادة اسمها "الأثير" كما كان يظن في القرن التاسع عشر، فالكون مليء بالمادة وبالطاقة. يقول مارتن ريس: "ويبلغ المتوسط الحالي لحرارة الكون 2.728 كلفن درجة فوق الصفر المطلق، حوالي -270 °C." فقط ستة أرقام. مارتن ريس ص 92.

[64] الزمكان اصطلاح يدمج كلمتي الزمان والمكان، فالزمن تعبير عن التغيرات التي تحدث في المكان، ويجمع المصطلح بين أبعاد المكان الثلاثة، والزمن كبعد رابع.

وجسيمات، وجسيمات مضادة، فالخلاء الفارغ إنما هو حبكة متشابكة من الخيطان على حد وصف مارتن ريس[65])،

"إننا لو بذلنا كل قدرتنا في إفراغ منطقة معينة من الفضاء من كل الطاقات فإن هناك قدرا من الطاقة سيبقى ولا يمكن إخراجه... فتعريف الفراغ هو: منطقة معينة من الفضاء تكون في المتوسط في مستوى "**الطاقة الأدنى**" الممكنة لحالة الفراغ **Vacuum state** أو ما يسمى بطاقة النقطة الصفر، يقول ستيفن هاوكينج في كتابه "التصميم العظيم"[66] "حسب مبدأ عدم اليقين فإن قيمة مجال معين ومعدل تغييره يلعبان الدور نفسه مثل الموضع والسرعة لجسم معين حيث كلما كان أحدهما أكثر دقة في التحديد كان الآخر أقل دقة في التحديد ونستفيد من هذا فائدة مهمة وهي أنه لا يوجد شيء اسمه فضاء فارغ، وذلك بسبب أن الفضاء الخاوي يعني أن كلا من قيمة المجال ومعدل تغيره يساويان صفرا بالضبط (إذا كان معدل تغير المجال ليس صفرا بالضبط فالفضاء لن يبقى فارغا)، ومبدأ عدم اليقين (أو عدم الدقة) لا يسمح لقيمة كلٍّ من المجال ومعدل تغيره أن يكونا محددين معا، ولذلك فالفضاء لن يكون فارغا أبدا، ولكنه سيبقى في الحالة الدنيا من الطاقة التي تسمى فراغا، وهذه الحالة يحدث بها "**تذبذبات الفراغ**""[67]

تذبذبات الفراغ وتقلبات الكم، الفراغ الكمي، دالة الموجة، والنفق الكمومي:

تذبذبات الفراغ: **quantum fluctuation** يستخدم المصطلح "تذبذبات أو تقلبات الكم" لوصف عدد من الظواهر في ميكانيكا الكم منها: ارتباط الإلكترونات في الذرات والجزيئات، ومنها طاقة نقطة الصفر للمذبذبات التوافقية harmonic oscillators، ومنها تأثيرات النفق tunneling، ومنها الظهور التلقائي لأزواج جسيمات المادة - المادة المضادة الخ، ما تشترك فيه كل هذه الظواهر هو وجود ما يعرف باسم "حالة التراكب أو التطابق" 'superposition state'.

في ميكانيكا الكم، يمكن أن توجد الجزيئات والحقول في حالتين مختلفتين أو أكثر في نفس الوقت. عندما تسود إحدى الحالتين، غالبًا ما يشار إلى الحالة الأخرى التي لم تسد باسم "تقلب أو تذبذب الكم". على سبيل المثال، إذا تخيلنا "عملة" ميكانيكية كمومية يمكن أن توجد في الحالة "الرأس" أو الحالة الفردية "الوجه الآخر للعملة: الذيل"، قد يتكون "التراكب" من "الرأس" بنسبة 99٪ و "ذيول" بنسبة 1٪، حيث يمكن اعتبار مساهمة 1٪ الصغيرة من حالة ذيول كتقلب كمي. يمكن أن يكون "تقلب الكم" إما ديناميكيًا حركيا أو ثابتًا ساكنا dynamic or static. يشير مصطلح "التقلب الكمّي" الديناميكي (أو المعتمِد على الوقت) إلى ظهور حالة

---

[65] أنظر: فقط ستة أرقام، د. مارتن ريس أستاذ علوم الفيزياء وفلكي المملكة المتحدة، ترجمة جنات جمال وآخرون، ص 128 مركز براهين لدراسة الإلحاد.

[66] The Grand Design, Stephen Hawking, 178

[67] اختراق عقل. د. أحمد إبراهيم. ص 105 نقلا عن:

Rafelski, J., & Muller, B. (1985). The Structured Vacuum: Thinking about Nothing. H. Deutsch. P. 14-15.

تراكب مع تقدم الوقت. في حين يشير مصطلح "التذبذب الكمومي" الساكن (أو المستقل زمنياً) إلى حقيقة أن "**دالة الموجة** the wavefunction" موجودة في حالة تراكب في لحظة معينة من الوقت the wavefunction exists in a superposition state at some particular instant of time.

ومصطلح **دالة الموجة** له أهمية خاصة إذ إنه إضافة لكونه وحدة التعبير الأساسية (أو إحدى الوحدات الأساسية) للتعبير عن ميكانيكا الكم، فإنه أيضا هو التعبير عن حصول تقلبات الكم، أو تذبذبات الفراغ، ودالة الموجة تنتج عن شيء يتقلب لا عن "لا شيء". فلا وجود لميكانيكا الكم من دون دالة الموجة!

يبدأ ديفيد ألبرت David Albert كتابه "دالة الموج" بملاحظة مفادها أن "وظائف الموج، أو بعض المعادلات الرياضية لوظائف الموجات، تأتي في كل نظرية كمومية وفي كل اقتراح لجعل الإحساس المفاهيمي الواضح للنظريات الكمية الموجودة لدينا صريحا" وبالتالي، يبدو أنه من المستحيل على شخص أن يستخدم مفهوم "تقلبات الكم" ثم ينكر أن هذا الحدث أو الكيان يمكن وصفه بدالة الموجة. إذا لم تستطع، فلن يكون من المنطقي حتى استخدام مصطلح "الكم" نفسه! لذلك فإن الإصرار على أن هذه الدالة الموجية الخاصة تصف "شيئًا غير موجود" أو "اللاشيء" يبدو غريباً للغاية! **وهذا هو عين ما فعله لورانس كراوس في كتابه: "كون من لا شيء".**

وعندما نستخدم وظائف أو دالة الموجة في الفيزياء التجريبية، فإنها لا تشير مطلقًا إلى "لا شيء"؛ إنهم يشيرون دائمًا إلى "شيء ما". وحتى "**الفراغ الكمي**"، الذي يخلطه بعض الناس أحيانًا بـ"لا شيء"، **يشير فعليًا إلى كيان له خصائص حقيقية**، وأكثرها وضوحًا هو "طاقة النقطة صفر" والتي لها تأثيرات قابلة للقياس في التجارب. **وبالتالي يستحيل وجود دالة موجية تصف كيانا بدون خصائص أي تصف اللاشيء الذي لا خصائص له**!

لذلك حين وضع ديفيد ألبرت تعليقه في النيويورك تايمز على كتاب لورانس كراوس قال: "كل ما يمكن أن أقوله حول هذا الموضوع، بقدر ما أستطيع أن أرى، **هو أن كراوس كان مخطئًا** وأن منتقديه الدينيين والفلسفيين على حق تمامًا"[68].

وكأي مجال كمومي فإن طاقة الفراغ ستهتز وتضطرب إذ الاهتزاز من ضمن خصائص المجالات الكمومية، وهذه الاهتزازات Vacuum fluctuations سوف "تولد جسيمات "**افتراضية**" Virtual particles **يفترض** أنها تخرج إلى العالم ثم يُفني بعضُها بعضا في وقت بالغ القصر **لا يمكن معه مشاهدتها**، لا يقتصر الاستدلال على وجود الجسيمات الافتراضية بمبدأ عدم اليقين فقط، بل يتم رصده بشكل غير مباشر عبر تأثيرات تجريبية مثل تأثير كازيمير وانزياحات طيف الهيدروجين، على أن هناك من يجادل بأن هذه الجسيمات تنتهك قانون حفظ الطاقة، الجسيمات الافتراضية تنشأ من التذبذبات الكمومية للفراغ، ولا تُعتبر ناتجة عن تحلل

[68] Do Quantum Fluctuations Show that Something Can Come from Nothing? Neil Shenvi

جسـيمات حقيقية، ولا يشـترط أن تكون طاقتها أعلى دائمًا من طاقة الجسـيمات الحقيقية، مع ملاحظة أن ميكانيكا الكم لا تفترض أن الجسيمات الافتراضية تقترض الطاقة من المستقبل، ومثل هذا الادعاء خطأ، كما يظهر في بعض الأقوال التي تدعي بأنها **"تقترض" الطاقة من "المسـتقبل"**، ثم **تعيدها سـريعا** لأنها **يفني بعضها بعضا**، وما يحدث هو أن مبدأ عدم اليقين يسمح بظهور مؤقت لانتهاك محدود لقانون حفظ الطاقة داخل حدود زمنية قصـيرة، **لكن لا يوجد اقتراض من المسـتقبل زمنياً**. فالتصـور الأدق هو أن مبدأ عدم اليقين يسـمح بانحراف مؤقت عن حفظ الطاقة خلال فترات زمنية قصـيرة جدًا، بدون أي "اقتراض من المستقبل" بالمعنى الزمني الحرفي.

وقد تم اسـتخدام هذه المفاهيم (فرضـية طرحها بالفعل فيلينكن وآخرون) في وضـع افتراضـات لنشـأة الكون بالفعل، فهناك نظريات تتحدث عن نشـأة الكون من خلال **نفق كمومي**[69] بسـبب الانتقال من الفراغ

[69] ظاهرة النفق الكمومي (Quantum Tunneling) تُعدُّ من أكثر الظواهر الكمومية إثارة وعمقًا في فيزياء الجسـيمات، وهي تمثل إحدى النتائج المباشـرة للطبيعة الموجية للجسـيمات دون الذرية، مثل الإلكترونات والبروتونات، في الفيزياء الكلاسيكية، إذا واجه جسيم حاجز طاقة أعلى من طاقته الكلية، فإن عبوره لهذا الحاجز يعتبر أمرًا مسـتحيلًا. على سـبيل المثال، لو أن جسـيمًا يمتلك طاقة مقدارها 2 إلكترون فولت، بينما حاجز الجهد أمامه يعادل 5 إلكترون فولت، فإن قوانين نيوتن تمنعه من العبور. ولكن في ميكانيكا الكم، الوضـع يختلف تمامًا؛ تُعامل الجسـيمات الكمومية، مثل الإلكترون، ليس كجسـيمات نقطية فقط، بل ك"دوال موجية"، تعبر عن احتمالية وجود الجسـيم في مواضـع مختلفة، وعندما تقترب هذه الدالة الموجية (Wavefunction) من حاجز طاقة أعلى من طاقتها، فإنها لا تتوقف عند الحاجز، بل تخترقه بشكل أسي، وتظل مستمرة بعد الحاجز بقدر صـغير جدا، هذا لا يعني أن هناك احتمالا غير صـفري (Exponential Decay) لوجود الجسـيم خلف الحاجز، بالرغم من أنه لا يمتلك طاقة كافية وفق المفهوم الكلاسـيكي، وهذه الظاهرة هي ما تُعرف بالنفق الكمومي، هذا التفسـير لا يتطلب أي اسـتعارة فعلية للطاقة، كما قد توحي **بعض الشـروحات الشـعبية**، بل يعتمد كليًا على بنية الدالة الموجية وسـلوكها الرياضـي عند الحواجز الطاقية. وهذا ما يجعل النفق الكمومي متسـقًا تمامًا مع مبدأ حفظ الطاقة والسـببية في ميكانيكا الكم، النفق الكمومي محكوم بشـروط رياضـية دقيقة تُعرف باسـم الشـروط الحدودية (Boundary Conditions)، هذه الشـروط تحدد سـلوك الدالة الموجية قبل وأثناء وبعد الحاجز، ومن خلالها يمكن حسـاب احتمالات عبور الجسـيم أو ارتداده باسـتخدام معادلة شـرودنجر. كل حالة محتملة (عبور، ارتداد، أو انحصـار) تُوصـف بدالة موجية فريدة، يمكن عبرها تحديد نسـب الجسـيمات التي تمر، وتلك التي ترتد، وتلك التي لا تسـتطيع المرور. وهناك سـوء فهم شـائع حول أن الجسـيم يخرق حاجز الطاقة بسرعة تفوق سرعة الضوء، لكن هذا غير صحيح. الحزم الموجية للجسيم لا تعبر الحاجز على نحو «آني» أو «غير محلي». بل إن ما يسمى بـ«زمن النفق» هو خاصية تعتمد على زمن تفاعل الدالة الموجية داخل الحاجز، وقد تم إثبات أن هذا **لا يخرق النسبية الخاصة**. ما يظهر على أنه سرعة غير تقليدية هو فقط خاصية رياضية في تحليل الطور، وليس انتقالًا فيزيائيًا أسرع من الضوء. تُعد ظاهرة النفق الكمومي من الظواهر الحيوية في العديد من العمليات الفيزيائية، ومنها عملية الاندماج النووي في النجوم. فعلى سبيل المثال، لكي تندمج نواتا هيدروجين في نجم مثل الشمس يجب أن تتغلبا على قوة التنافر الكهربائي الناتج عن شـحنتهما الموجبة (وهو ما يُعرف بحاجز كولوم). ولتحقيق ذلك نظريًا، يجب أن تكون درجة حرارة مركز النجم تقترب من مئات الملايين من الكلفن، ولكن درجة حرارة نواة الشـمس تقارب 15 مليون كلفن فقط، وهي غير كافية نظريًا. هنا يتدخل النفق الكمومي، حيث يمنح الجسـيمات احتمالية صـغيرة جدًا للاندماج رغم ضـعف الطاقة، وبما أن الشـمس تحتوي على عدد هائل من ذرات الهيدروجين، فإن هذا الاحتمال الصغير يكفي لإنتاج طاقة هائلة. كذلك، النفق الكمومي هو أساس تفسير التحلل الإشعاعي، وخاصة تحلل ألفا، حيث تنبعث جسيمات ألفا من نواة ذرية رغم أن طاقتها لا تكفي لاختراق الحاجز النووي الكهروستاتيكي. الدالة الموجية لتلك الجسيمات تمتد إلى خارج النواة وتمنحها احتمالًا للهروب. الخلاصـة، **إن النفق الكمومي ليس خرقًا للفيزياء بل هو نتيجة طبيعية ومُحكمة للطبيعة الاحتمالية للدالة الموجية**. وكلما زادت سـماكة الحاجز وارتفاعه، انخفض احتمال العبور. وهو ما يفسـر دقة القوانين التي تتحكم في هذه الظاهرة، ويؤكد خضوعها الكامل للمبادئ الفيزيائية، وليس للعشوائية أو الغموض كما يُشاع أحيانًا.

الكاذب (المزيف) False vacuum إلى الفراغ الحقيقي True vacuum، فيختلط هنا مفهوم "الشيء" ب"اللاشيء"، لاحظ أولا سوء استعمال لفظة لا شيء، ينتقد لوك بارنز، Luke Barnes عالم الفيزياء الفلكية غير الخلقي، وهو باحث في مرحلة ما بعد الدكتوراة في معهد سيدني للفلك بجامعة سيدني، أستراليا، ينتقد بشدة كراوس وأولئك الذين يجادلون مثله، -بشيء من التصرف!-:

"أولاً وقبل كل شيء، أشعر بسوء شديد من علماء الكونيات الذين يتحدثون عن الأكوان التي يتم إنشاؤها من لا شيء. تحدث كراوس مرارًا وتكرارًا عن الأكوان الخارجة من لا شيء، والجسيمات الخارجة من لا شيء، وأنواع مختلفة من لا شيء، ولا شيء غير مستقر. هذا هراء. غالبًا ما يتم استخدام كلمة "لا شيء" بشكل فضفاض - ليس لدي شيء في يدي، ولا يوجد شيء في الثلاجة وما إلى ذلك، لكن التعريف الصحيح للاشيء هو "عدم الشيء". مفهوم لا شيء ليس أنه شيءٌ ما، كغيره من الأشياء الأخرى، أو أنه نوع منها، فالطاولة شيء، والكرسي شيء آخر، واللاشيء شيء آخر! ليس كذلك، اللاشيء ليس نوعا أو طرازا ما من الأشياء. إنه ببساطة غياب أي شيء، وغياب كل شيء!"

"But the proper definition of nothing is “not anything”. Nothing is not a type of something, not a kind of thing. It is the absence of anything".

يتابع لوك بارنز: " فراغ الكم هو نوع من الشيء. لديه خصائص. لديه طاقة، يتقلب، يهتز، يتدفق يمكن أن يتسبب في تسارع تمدد الكون، يخضع لمعادلات (للغاية غير تافهة) لنظرية المجال الكمومي. يمكننا وصفه. يمكننا حساب خصائصه والتنبؤ بها وتزويرها. **<u>فراغ الكم ليس لاشيء</u>**!".

والفراغ الحقيقي ليس هو العدم الحقيقي، أو الوصول إلى حالة طاقة مساوية للصفر، وهذه نظرية ألكسندر فيلينكين[70] وأول من قال بهذه الفكرة هو إدوارد تيرون عام 1973 في ورقة نشرها في مجلة نيتشر Nature بعنوان: "هل الكون عبارة عن تذبذب للفراغ[71]؟" وبنى تصوره هذا على أن كل الكميات التي تعمل عليها قوانين الحفظ يكون مجموعها الكلي صفرا، فإذا كان مجموع الطاقة الموجبة والسالبة في الكون هو صفرا فيمكن أن يكون قد نشأ من تذبذب كمي، ووفقا لقانون حفظ الطاقة فيجب أن تكون قيمة الطاقة الموجبة المتمثلة في المادة تساوي تماما الطاقة السالبة المتمثلة في الجاذبية، فإذا وجدنا أن طاقة الكون الموجبة والسالبة متساويتان، فهذه تعد مشاهدة مؤيدة لهذه الفرضية، وهذا يمكن اختباره بحساب شكل الكون، فلو كان مسطحا أي كانت Ω=1، فهذا يعني أن الطاقة الموجبة تساوي السالبة،

---

[70]- Vilenkin، A. (1982). Creation of universes from nothing. Physics Letters B, 117(1)، 25-28. عن اختراق عقل، ص 107-108 لأحمد إبراهيم.

[71] Tryon ،E. P. (1973). Is the universe a vacuum fluctuation? Nature ،246 ،396-397.

مشكلة الطاقة السالبة والموجبة هل محصلة مجموع طاقات الكون تساوي صفرا[72]؟

يدّعي بعض الفيزيائيين (مثل لورنس كراوس) أن الجاذبية، بما لها من طاقة سالبة، قد تعادل المادة والطاقة اللتين لهما طاقة موجبة، بحيث يكون إجمالي الطاقة الصافية للكون صفرًا، فيتحقق التوازن، لكن لا يوجد حتى الآن تأكيد تجريبي واضح لهذا التوازن على مستوى الكون كله. كما إن مفهوم "الطاقة السالبة" نفسه مثير للجدل عندما يُطبق على الكون برمته وليس فقط على أنظمة محلية. فالجاذبية ليست طاقة حرة يمكن استخدامها بأي طريقة، بل تأثير هندسي للزمكان. وحسابات الطاقة تعتمد على وجود خلفية مكانية لتُعرّف الطاقة أصلاً.

نقد جورج إليس: "*حساب مجموع الطاقة للكون يتطلب أولاً تعريف الزمكان، لكن قبل وجود الكون لا وجود لهذا الزمكان*".

---

[72] هذا الفصل: مشكلة الطاقة السالبة والموجبة هل محصلة مجموع طاقات الكون تساوي صفرا؟ فيضع إشكاليات في مفاهيم الطاقة السالبة، واستنتاج أن محصلة طاقات الكون صفرا وأما فصل: هندسة الكون: الكون المسطح تماما: تعيير الكثافة الكونية المبكرة. يبين هذا الفصل طريقة استنتاج أن محصلة طاقات الكون تساوي صفرا، وللتوفيق بين الفصلين في مسألة مجموع طاقات الكون نقول: رغم أن استنتاج أن طاقة الكون الكلية تساوي صفرًا يتماشى مع مسطحيته، فإن هذا لا يعني أنه نشأ من لا شيء. بل على العكس، فإن دقة تعيير الكثافة منذ اللحظات الأولى للانفجار العظيم تطرح سؤالًا كبيرًا حول مصدر هذا التوازن المذهل، وهل هو نتيجة لسبب عميق ومهيمن – أم مجرد مصادفة؟. إن القول بأن "الكون يملك طاقة كلية تساوي صفرًا" هو استنتاج هندسي مقبول ناتج عن حلول معادلات فريدمان في كون مسطح. لكنه لا يعني أن "الكون نشأ من لا شيء"، ولا أن الجاذبية "طاقة سالبة" تُلغي الحاجة إلى تفسير مبدأي للوجود. بل إن الجاذبية في النسبية العامة لا تملك تعريفًا مطلقًا للطاقة أصلاً، والفراغ الكمومي الذي يُفترض أنه "لا شيء" هو في ذاته بناء رياضي وفيزيائي غني بالخصائص. ومن ثم، فإن الاستنتاج الصحيح هو أن الكون مصمم وفق توازن دقيق، لا أنه خرج من العدم المحض.

بيان جوهري: الفكرة صحيحة هندسيًا، لكنها مضلِّلة فلسفيًا إن أُسيء فهمها: فالصحيح: نعم، وفق **معادلات فريدمان** في النسبية العامة، فإن كونًا مسطحًا (Flat Universe) يتمدد إذا كانت الطاقة الكلية (الحركية + الجاذبية) = صفر، وهذه نتيجة **هندسية/كوسمولوجية** مقبولة ومُقاسة تجريبيًا(Planck, WMAP) ، وهي تتعلق بكيفية توازن مكونات الكون: الطاقة الحركية، والطاقة الجاذبة، والطاقة المظلمة، والمادة.

لكن الخطأ: أن يُفسر هذا التوازن بالقول إن "الطاقة السالبة" للجاذبية تلغي "الطاقة الموجبة" للمادة، وبالتالي يمكن أن ينشأ الكون من لا شيء، هذا التفسير يحتوي على مغالطات: **فالطاقة في النسبية العامة ليست كمية محفوظة في كل الأطر**: في النسبية، لا يمكن دائمًا تعريف طاقة الجاذبية كمقدار مطلق محفوظ. والطاقة ليست مفهومًا محليًا في كل الظروف الكونية – وهذا ما أكده الفيزيائي جورج إيليس.George Ellis **الجاذبية ليست "سالب طاقة" بالمعنى التقليدي**: هذه استعارة رياضية استخدمها البعض لتفسير الانحناء السلبي في الزمكان. لكن لا توجد صيغة موحدة معترف بها في النسبية العامة تحدد أن الجاذبية = طاقة سالبة صريحة.

وجود قوانين تحكم الفراغ الكمومي ينفي كونه "لا شيء": الفضاء الكمومي ليس العدم، بل يحوي بنية وخصائص فيزيائية (مجالات، طاقة، تذبذبات). ظهور الكون من "الفراغ الكمومي" يفترض وجود قوانين و"أشياء" أولًا. **النتيجة النهائية (للتوفيق بين الفصلين): من الناحية الهندسية الرياضية**: يمكن أن تشير مسطحية الكون إلى أن الطاقة الكلية = 0 (كتوازن بين مكونات الكون: الجاذبية والمادة)، أما من الناحية **الفيزيائية الفلسفية: فإن** هذا لا يعني أن الكون "نشأ من لا شيء." ولا أن الجاذبية هي ببساطة "طاقة سالبة تلغي الموجبة"، بل: الطاقة = 0" هي نتيجة هندسية قابلة للاستنتاج من معادلات فريدمان فقط، **لكن لا يمكن إسقاط هذه النتيجة على مسائل الوجود والعدم بدون إطار سببي مفسر.**

توسعة نقدية متعمقة: مشكلة توازن الطاقة الموجبة والسالبة في تفسير نشأة الكون

الفكرة المطروحة:

يدّعي بعض مؤيدي فرضية "الكون من لا شيء" أن: المادة العادية (التي تشكل الكواكب والنجوم) تحمل **طاقة موجبة**، **وأن** الجاذبية تحمل **طاقة سالبة**، وعليه، قد تتوازن الطاقتان ليكون **المجموع الكلي للطاقة = صفر**، مما يتيح نظريًا نشوء الكون من "لا شيء" دون خرق قوانين الحفاظ على الطاقة.

النقد التفصيلي لهذا الطرح:

1. **غياب تأكيد تجريبي حاسم**

لا توجد حتى اليوم **تجربة عملية واحدة** قادرة على قياس أو إثبات أن الطاقة الكلية للكون = صفر.

جميع الحسابات التي تشير إلى ذلك تعتمد على:

- افتراضات رياضية خاصة بطبيعة الكون الكبير (مثل كونه مغلقًا topologically closed).
- نماذج تبسيطية تفترض خواص معينة للمادة والطاقة والجاذبية على نطاق كوني يصعب التحقق منه تجريبيًا.

أي إن القول بتوازن الطاقة الكونية **ليس نتيجة رصد مباشر** بل مجرد **استنتاج رياضي** مشروط بفرضيات غير مثبتة.

2. **غموض تعريف "الطاقة السالبة" في الجاذبية:**

في النسبية العامة (General Relativity)، الطاقة المرتبطة بالحقل الثقالي (Gravitational Field) لا تُعرف بطريقة موحدة عالمية مثل الطاقة في الحقول الأخرى (كالكهرباء والمغناطيسية)، ولا يوجد **تعريف محلي للطاقة** في حقل الجاذبية؛ بمعنى أنه لا يمكننا ببساطة "حساب" طاقة الجاذبية في نقطة معينة كما نفعل مع الحقول الأخرى؛ وبالتالي: إن مفهوم "الطاقة السالبة للجاذبية" هو **تقريب رياضي** وليس خاصية فيزيائية مادية قابلة للقياس المباشر.

3. **مشكلة الإطار المرجعي(Reference Frame)**

الطاقة، بحسب النسبية العامة، ليست كمية مطلقة بل تعتمد على الإطار المرجعي المختار (coordinate dependent)، وتوازن الطاقة الكونية المفترض (موجبة + سالبة = صفر) قد يصح فقط **ضمن نظام إحداثيات محدد**، ولا يكون له معنى مطلق على جميع الأطر المرجعية، أي إن الحديث عن توازن الطاقة عبر الكون كله **قد يكون نتيجة اختيار هندسي معين** وليس حقيقة فيزيائية مطلقة.

4. **افتراضات حول طبيعة الكون**

للوصول إلى فكرة أن طاقة الكون صفر، يُفترض أن الكون: **مغلق** من حيث الشكل الهندسي (أي لا نهائي لكنه محدود مثل سطح الكرة ثلاثية الأبعاد)، و**متجانس** ومتماثل على نطاق كوني، وومع ذلك: لا يوجد دليل

حاسم أن الكون مغلق هندسيًا (البيانات الحالية من إشعاع الخلفية الكونية CMB تسمح بكل من السيناريوهات المغلقة والمفتوحة)، وتوجد عدم تجانسات كبيرة (كالفراغات الكونية الكبرى والمجرات المتجمعة)، مما يشكك في فرضية التماثل البسيط الذي يحتاجه نموذج الطاقة الصفرية.

5. الخلط بين المعادلات الرياضية والواقع الفيزيائي

حتى لو كانت معادلات رياضية معينة (مثل معادلات النسبية العامة) تسمح بصيغة يكون فيها إجمالي الطاقة = صفر، فهذا لا يعني أن هناك عملية مادية تحدث تسمح بخلق كون كامل دون مدخلات خارجية، بعبارة أخرى:

المعادلة تصف العلاقات داخل نظام قائم بالفعل، لكنها لا تفسر كيف يظهر النظام نفسه من لا شيء.

6. مشكلة البداية: كيف ظهرت الطاقة أصلًا؟

سواء كانت الطاقة الكلية صفرًا أو لا، يبقى السؤال الأساسي قائمًا: من أين أتت الطاقة الموجبة والسالبة أصلاً؟ وكيف وُجدت القوانين التي تحكم هذه المعادلة؟ حيث إن وجود معادلة تصف التوازن لا يلغي الحاجة لوجود فعلي للقوانين والهياكل الكامنة.

ملخص إضافي للرد النقدي

الادعاء الخاطئ	الرد العلمي المفصل
طاقة المادة الموجبة تتوازن مع طاقة الجاذبية السالبة ليكون مجموع طاقة الكون صفرًا	لا يوجد إثبات تجريبي لهذا التوازن – تعريف طاقة الجاذبية غامض ومحدد بالإطار المرجعي – الفكرة تعتمد على فرضيات هندسية غير مؤكدة – حتى لو صح التوازن، لا يفسر أصل وجود الطاقة والقوانين.

خاتمة مركزة لهذه النقطة:

الزعم بأن الكون يمكن أن ينشأ من لا شيء لمجرد أن طاقته الكلية قد تساوي صفرًا **خداع لغوي وعلمي**، لأن:

- "الصفر" هنا نتاج معادلات تفترض وجود بنية رياضية وقوانين وفضاء وزمان.
- ولا توجد أي تجربة مباشرة تثبت هذا التوازن الطاقي الكوني.
- والطاقة السالبة نفسها مفهوم رياضي قابل للنقاش، لا حقيقة مستقرة تجريبيًا.

لذا، يبقى السؤال الجوهري بلا إجابة: **كيف ولماذا ظهرت القوانين، والفضاء، والطاقة نفسها أصلاً؟**

تأثير كازيمير:

تأثير كازيمير: والدليل التجريبي على وجود طاقة الفراغ التي نشأ عنها كل هذا هو تأثير كازيمير، نسبة للفيزيائي الهولندي هندريك كازيمير (Hendrik Casimir)، الذي تنبأ بهذا (عام 1948)، وهو تجربة تمت بوضع لوحين معدنيين غير مشحونين في الفراغ بينهما مسافة قصيرة جدا ولا يؤثر عليهما أي مجال كهرومغناطيسي خارجي، فالمفترض أنهما لن يتحركا، لكن الذي يحدث هو أن اللوحين ينجذبان كل منهما إلى الآخر،

لذلك يقول ستيفن واينبرج[73]: "لعله يكون مدهشا أنه قد مر زمن طويل قبل أن يهتم علماء فيزياء الجسيمات جديا بمساهمات تذبذبات الفراغ الكمي في الثابت الكوني، على الرغم من أن تأثير كازيمير قد بين أن طاقة النقطة صفر حقيقة"[74] وبحسب كارول Carroll "تذبذبات الفراغ نفسها هي حقيقية جدا كما يتضح من تأثير كازيمير"[75] "لقد ثبت واقعيا وجود طاقة نقطة الصفر للفراغ بشكل مدهش من خلال تأثير كازيمير"[76]

ومع كل هذه التأكيدات والربط بين تجربة تأثير كازيمير وطاقة نقطة الصفر للفراغ وتذبذبات الفراغ فإن R. L. Jaffe من معهد ماساشوتيس للتقنية MIT قد أعد بحثا علميا تفصيليا أظهر فيه الخلاصة التالية: "في مناقشات الثابت الكوني، غالبًا ما يتم استخدام تأثير كازيمير كدليل حاسم أن طاقات نقطة الصفر في حقول الكم هي "حقيقية". على العكس، يمكن أن تكون تأثيرات كازيمير قد صيغت ويمكن حساب قوى كازيمير دون الإشارة إلى طاقات نقطة الصفر. القوى الكمومية بين الشحنات والتيارات هذه كلها نسبية. تختفي قوة كازيمير (لكل وحدة مساحة) بين الصفائح المتوازية عندما تؤول α (ثابت البنية الدقيقة the fine structure constant) إلى الصفر، والنتيجة القياسية، والتي يبدو أنها مستقلة عن α، تتوافق مع وصول α الحد اللانهائي ∞!" إذن فيمكن إجراء حسابات رياضية صحيحة تامة لقوى كازيمير والخروج بنتائج صحيحة **دون إقحام تذبذبات الفراغ**!

"The Casimir force can be calculated without reference to vacuum fluctuations,"

كما يضيف أيضا في خلاصة بحثه إلى أنه قد قدم حجة بأن **التأكيد الناجم عن تجارب تأثيركازيميرلا يقوم بإثبات أن تذبذبات طاقة الصفرهي حقيقية**!

"I have presented an argument that the experimental confirmation of the Casimir effect **does not establish the reality** of zero-point fluctuations."

يقترح الكاتب أن القوة بين الصفيحتين لا تأتي من "فراغ فعلي يحمل طاقة"، بل من التأثيرات الكمومية للمجال الكهرومغناطيسي على المادة. ويُعيد التأكيد أن التوصيف الدقيق يجب أن ينطلق من ديناميكا كمومية للمادة وليس الفراغ. يعرض Jaffe حسابات كاملة تُظهر أن نفس القوة الكازيميرية يمكن اشتقاقها دون استخدام طاقة النقطة صفر، بل من خلال: الاستجابة التشتتية للمواد (dispersion). وخصائص التوصيل الكهربائي. وتفاعل الحقول الكمومية مع الحدود المادية.

من يدعم هذا الرأي؟

[73] Weinberg, S. (1989). The cosmological constant problem. Reviews of Modern Physics, 61(1), 1.

[74] اختراق عقل. د. أحمد إبراهيم. ص 105 – 109. Casimir effect and the quantum vacuum R. L. Jaffe

For a review of work connecting vacuum fluctuations to the cosmological constant see S. Weinberg, Rev. Mod. Phys. **61**, 1 (1989).

[75] S. M. Carroll, Living Rev. Relativity; R. L. Jaffe Casimir effect and the quantum vacuum

[76] V. Sahni and A. A. Starobinsky, Int. J. Mod. Phys. D 9, 373 (2000). ; R. L. Jaffe Casimir effect and the quantum vacuum

Julian Schwinger: في أواخر حياته، طوّر نظرية المصدر (Source Theory) التي ترفض طاقة الفراغ.

Peter W. Milonni: أشار إلى إمكانية تفسير تأثير كازيمير من خلال قوى فان دير فالس الممتدة (retarded Van der Waals forces).

Robert H. Dicke: ناقش في الستينات أن تأثير كازيمير ليس بحاجة لتفسير يعتمد على طاقة الفراغ.

وفوق ذلك، هناك تاريخ طويل وأبحاث كثيرة تحيط بسؤال ما إذا كانت **تذبذبات نقطة الصفر في الحقول الكمية هي "حقيقية" أم لا**، فعلى سبيل المثال قام شوينجر Schwinger[77] بمحاولة صياغة الديناميكا الكهربائية الكمية (QED) Quantum Electrodynamics دون وجود تذبذبات نقطة الصفر للفراغ، وعلى النقيض من ذلك قام ميلوني Milonni بصياغة نفس الموضوع مؤسسا على تذبذبات نقطة الصفر للفراغ، والسبب الذي جعل العلماء يميلون لناحية اعتبار تذبذبات نقطة الصفر للفراغ هو أن المعادلات التي لا تأخذها بالاعتبار أعقد بكثير.

وسواء أكانت حقيقية أم أسطورة، فإن الحسابات الرياضية يمكن إجراؤها تماما بتغييبها كلية!

الأمر الآخر الملاحظ بحسب R. L. Jaffe هو "أنه بحسب الطريقة القياسية لحساب قوى كازيمير يتم احتساب التغير في طاقة النقطة صفر للفراغ للحقل الكهرومغناطيسي حينما يتم التغير في الانفصال بين سطحين متوازيين موصليتهما تامة، وفي المعادلة الرياضية يُظن بأن هذا هو ناتج عن خاصية للفراغ نفسه، لكن في الواقع فإن هذا ما هو إلا وهم، فحينما يتم جعل اللوحين مثاليي التوصيل، فإن القائمين على التجارب يقومون بافتراضات متعلقة بخواص المواد ومتعلقة بقوة الاقتران الديناميكي الكهربائي الكمي α مما يضفي غموضا obscure (تلبيسا، إبهاما) على حقيقة أن قوى كازيمير تنشأ بين الجزيئات المشحونة في الصفائح المعدنية نفسها، حيث إن تأثير كازيمير هو علاقة لثابت البنية الدقيقة (the fine structure constant) ويختفي حينما تؤول α إلى الصفر، من هنا فإن قوى كازيمير ببساطة هي قوى فان ديرفال متخلفة نسبية (relativistic, retarded) بين صفائح المعدن.

كما أن تأثير كازيمير بشكل عام يمكن حسابه باستعمال جداول فينمان دون إقحام تذبذبات طاقة الفراغ.[78]

وبقى السؤال الأعمق: هل طاقات نقطة الصفر من الحقول الكمومية تسهم في كثافة الطاقة للفراغ، وبعد إجراء التعديلات اللازمة، إلى الثابت الكوني؟ **بالتأكيد لا يوجد دليل تجريبي لحقيقة طاقات نقطة الصفر في نظرية المجال الكمومي (بدون الجاذبية)"**.[79]

---

[77] J. Schwinger, Particles, Sources, and Fields I, II, and III (Addison-Wesley, Reading, MA, 1970).; R. L. Jaffe Casimir effect and the quantum vacuum

[78] R. L. Jaffe Casimir effect and the quantum vacuum

[79] R. L. Jaffe Casimir effect and the quantum vacuum

ومن المشاكل الأخرى التي تتعلق بطاقة حقل نقطة الصفر الكهرومغناطيسية بحسب باول ويسون Paul S. Wesson من جامعة واترلو كندا، "أنه عندما تؤول الطاقة الحركية للنظام أو درجة الحرارة للصفر، وعند حساب طاقة النقطة صفر بإضافتها إلى التذبذبات في المعادلة الرياضية، فإن كثافة طاقة النقطة صفر الناتجة هائلة، كما أنه من المفترض أن طاقة نقطة الصفر في المجال الكهرومغناطيسي سيكون لها مساهمة أكبر في مجال الإشعاع بين المجرات وتأثيرها على انحناء الزمكان (كما تم حسابها باستخدام النظرية النسبية العامة لآينشتاين)، هاتان الظاهرتان لم يتم رصدهما ولا إثباتهما تجريبيا، بل إن المعلومات التي تم تجميعها من الإشعاعات الخلفية الكونية تتناقض مع ذلك، وهذه معضلة كبرى في الفيزياء، حيث إن النظرية البسيطة تتناقض مع المشاهدات الكونية الفلكية.

وكنتيجة لذلك فإن هناك احتمالان: أولهما أن تكون طاقة النقطة صفر للفراغ لا تقوم بالجذب، أو أن يتم إلغاء الطاقة الناشئة عنها بفعل كثافة طاقة سلبية أخرى في الحقل الكهرومغناطيسي".[80]

تذبذبات الكم، في ظل نموذج الكون التضخمي (الانتفاخي)

تناولنا الإشكالات العلمية الضخمة التي تتعلق بنظرية الكون التضخمي في فصل: "المنفردة بين الحتمية والإمكان، نموذج الكون التضخمي"، وبينا فيها أن تمسك بعض العلماء بهذا النموذج لا يقوم على أي أساس تجريبي، وأنه نظري بحت، يستند إلى معادلة رياضية وافتراضات نظرية لا يمكن التدليل على صحتها أو بطلانها، إلا أنه من الممكن أن ترى بوضوح العقبات الكأداء المتمثلة بالتعيير المنتظم المحكم الدقيق اللازم لها في كل مراحلها حتى ينتج عن هذه القفزة المرعبة في حجم الكون أن يستمر الكون في انتظامه، ورأينا فشل كل نموذج يحاول شرح آلية هذا الخروج من مرحلة التطور لما بعده ليكون بهذه النعومة والاتساق، فراجع ذلك كله للأهمية.

وفي محاولة من باول ديفيز لشرح آلية حصول التضخم (لا آلية التحكم في سير عملياته أو الخروج المتسق الناعم منه، فتلك معضلة أخرى لا يوجد لها مخرج علمي متزن، فتنبه للفرق بينهما) يقول ديفيز[81]: "وينبغي

---

[80] Fundamental Unsolved Problems in Physics and Astrophysics; Paul S. Wesson p6.

[81] لاحظ أن باول ديفيز يوحي بكلامه هذا الوارد في كتاب الدقائق الثلاث الأخيرة وكأن مسألة علاقة تذبذات الكم في مرحلة التضخم لها قيمة علمية ما! وعلى الرغم من تقدمته للمسألة بقوله بأنها أفكار نظرية فقط، وأنها تستند إلى أساس علمي أقل إحكاما، إلا أنه لا يقول لنا في هذا السياق ما قاله في كتابه الآخر "لماذا الكون مناسب للحياة" قولا محكما ينقض هذه الفكرة جملة وتفصيلا، لذلك فنحن نبذل الجهد في استقصاء كل فكرة وعرض بعضها على بعض في المراجع العلمية المختلفة حتى نلتزم الدقة العلمية الفكرية المتناهية. قال ديفيز: "وما أن دخلت الفكرة العامة للتضخم إلى علم الكون حتى استقرت هناك، ومع ذلك فقد احتوت نظرية "غوث" الأصلية عيبا مميتا، وهو ما دعي بمشكلة الخروج اللائق، **فتخافت حقل** التضخم **عملية كمومية** ولذا فإطلاقه **محكوم بالتذبذبات الكمومية** المعهودة **غير المتنبأ بها**، ونتيجة لذلك، فهي تتخافت بأوقات مختلفة في أماكن مختلفة، على شكل فقاعات **موزعة بشكل عشوائي**، فقاعات من فضاء أي فقاعات تخافت فيها حقل التضخم، محاطة بمناطق من الفضاء لم يتخافت فيها، وستتركز الطاقة المطلقة من حقل التضخم المتخافت في جدران الفقاعة، وسيؤدي اصطدام الفقاعات إلى

علي أن اشـــدد على أن هذا "العلم الحديث للكون" **يعتمد على أســـاس علمي أقل إحكاما** من المواضـــيع التي قمت بدراستها حتى الآن [يعني نظرية التضخم، وتدفقات الكم التي يشير إليها وسيشرحها بعد قليل، مقارنة بالنموذج القياســي للانفجار العظيم]، **ومن المحتمل** أن الظروف في ذلك الوقت كانت صــارمة جدا حتى أن **الدليل الوحيد الموجود هو "صياغة رياضية" تستند بصورة تامة تقريبا فقط إلى أفكار نظرية**!" [لاحظ هذا ما يقرره حول نظرية التضخم وتدفقات الكم]. ثم تابع: "**التخمين** الأساسي في علم الكون الحديث هو **إمكانية** حدوث عملية تدعى تضخم، والفكرة الأســاســية هي أنه في لحظة ما، خلال أول جزء من الثانية، قفز الكون فجأة في الحجم –انتفخ- بســبب عامل هائل، في البداية يكون التوســع بطيئا [قبل الانتفاخ]، ولكنه مع بداية التضخم ينتعش بسرعة ويزداد إلى درجة هائلة" [وكغيره من العلماء لا يوجد لديه بديل آخر لتفسير بعض الألغاز الكونية مثل مشــكلة الآفاق وغيرها إلا من خلال هذا التفســير النظري الوحيد] يتابع قائلا: "والقفزة الهائلة في الحجم التي أحدثها التضخم تؤمِّنُ أيضا تفسيرا جاهزا للانتظام الكوني [التعبير المنضبط المحكم الدقيق، والتوسع المنتظم البطيء بعد ذلك]، ولا بد من خلال التضخم من استدراك أية اختلافات مبكرة في معدل التوسع، لأن التضخم يعمل بنشــاط في كل الاتجاهات،...دعونا نستعرض بعض الأرقام، تنتهي القوة التضخمية (المضادة للجاذبية) إلى أن تتمتع بقدرة غريبة فتسبب مضاعفة الكون حجما منذ الجزء (10^-34) من الثانية الأولى إلى الجزء (10^-32) من نفس الثانية، انتقل فيها الكون من حجم نواة ذرة إلى حجم يقرب من سنة ضوئية، وببساطة إن هذا يكفي لحل الأحجيات الكوسمولوجية السابقة". [يعني **كل مرحلة التضخم** حصــلت في أقل من الفرق بين الجزء (10^-34) إلى الجزء (10^-32) من الثانية الأولى فقط، وانتهت بعد ذلك بخروج سلس وعاد الكون ليتوسع توسعا منتظما لطيفا بعد ذلك!!]

"عن طريق اللجوء إلى فيزياء الجسيمات دون الذرية لقد تم اكتشاف عدة آليات **ممكنة قد تكون** أدت إلى سلوك تضخمي، واستفادت هذه الآليات جميعا من مفهوم يعرف **بالفراغ الكمي**، وبناء على مبدأ عدم اليقين لهايزنبرج، وما يهمنا هنا هي الريبة (عدم اليقين) في قيمة الطاقة، ومع أن الطاقة محفوظة دائما في العالم العياني، لا تفنى ولا تســتحدث، فإن هذا القانون **يمكن تعطيله** في حقل الكم دون الذري، فالطاقة يمكن أن تتغير بصورة تلقائية **ولا يمكن التنبؤ بها**، من لحظة إلى لحظة تالية، **وكلما كانت الفاصلة أقصر، ستكون التموجات الكمية العشــوائية أكبر"**، [أرجو التوقف هنا وإعادة قراءة الجملة، التذبذبات الناتجة ســتتخذ صورة عشوائية بشكل أكبر كلما كانت الفترة الزمنية أقصر، ونحن نتحدث عن الفرق بين (10^-34) من الثانية الأولى إلى الجزء (10^-32) من الثانية الأولى نفســها، وهي فترة بالغة الصــغر، مع كل مادة الكون تتذبذب، فستكون العشوائية إذن في منتهى الضخامة، ومن المشاكل الضخمة المترتبة على نموذج الكون التضخمي ما

إطلاق هذه الطاقة على شكل حرارة، **لكن العملية ستكون عشــوائية تماما وستولد عدم التجانس** مقدار ما صمم التضخم لإزالته" الجائزة الكونية الكبرى، لماذا الكون مناسب للحياة، Why our universe is just right for life، باول ديفيز ترجمة د. سعد الدين خرفان، ص 89

يواجه صانعيه من **صعوبات في بدء التضخم**، في اقناعه (أي اقناع الكون المتضخم) بالإنتهاء من التضخم دون اضطراب مفرط ("مشكلة الخروج الناعم" "the Graceful Exit Problem")، والأصعب أن ينتج عن ذلك تباينات متناهية الصغر (معيرة تماما) في الكثافة بين المناطق بشكل يسمح بتحولها إلى هياكل مجرات، الأمر الذي يلزم معه افتراض تعيير منضبط دقيق محكم صاحب تلك العملية،*[82] كما أن عليهم أن يتعاملوا مع عنصرين من عناصر ثابت التوسع الكوني وهما "bare lambda" and "quantum lambda,"، حيث يجب أن يعمل كل منهما على إلغاء الآخر وبدرجة من الدقة تبلغ 10 ^50 دون وجود آلية علمية تشرح كيف يتم هذا الإلغاء بهذه الدقة المتناهية، حيث إن القوانين العلمية الأساسية لا تحوي ما يستوجب حصول هذا الإلغاء بهذه الدقة، **نظرًا لأن النشاط الكمي للفراغ يتضمن <u>العديد من الحقول</u> التي يسهم كل منها بطريقة تعتمد على درجة الحرارة**، فإن كتل مجموعة من الجسيمات المدرجة تبدو حاسمة بالنسبة للنتيجة **[83]، مما يعني وضع الحصان أمام العربة مرة أخرى، أي أنه "يمكن أن يحدث "التضخم" بشكل مناسب **<u>فقط</u>** **<u>إذا</u>** كان الإلغاء **<u>دقيقًا ومعيرا بشكل مسبق بالفعل</u>**! ***[84]

والمشكلة الأخرى أن أي تغير مهما كان طفيفا في مقدار قوة الجاذبية، أو في قيمة القوة الكهروضعيفة ولو بمقدار جزء من 10 ^100 جزء كان شأنه ليلغي هذا الإلغاء المعير بدقة، والذي يعتمد وجودنا في الحياة عليه!! ****[85] مرة أخرى حاول نموذج الكون التضخمي تفسير تعيير الأرقام والقوى كنتيجة لمرحلة تضخم، **وليس كتعيير سابق لمرحلة التضخم احتاج إلى إله يعيرها، فاضطروا للخضوع إلى الحاجة للتعيير المسبق في هذين الأمرين أيضا، فكان فرارهم من التعيير المنضبط المسبق إليه!!** [86]،]

هل ثبت تجريبيًا أن جسيمات تظهر وتختفي نتيجة تذبذبات الفراغ الكمومي؟

نعم، هناك ظواهر تجريبية توحي بوجود "تذبذبات فراغ كمومية" تُنتج جسيمات لفترات قصيرة، تُعرف باسم الجسيمات الافتراضية.(Virtual Particles) أمثلة مثبتة تجريبيًا على تأثيرات تذبذبات الفراغ:

1. **تأثير كازيمير:(Casimir Effect)**

قوتان صغيرتان تُقاسان بين صفيحتين معدنيتين في فراغ كامل، ويُعتقد أن هذه القوة ناتجة عن تذبذبات الفراغ الكمومي ووجود جسيمات افتراضية بين الصفيحتين، هذه الظاهرة **رُصدت بدقة** في المختبر.

---

82 * See, e.g., *The Very Early Universe* (Cambridge: 1982), eds. G.W. Gibbons, S.W. Hawking, T.C. Siklos, pp. 271, 393 ff.; or A.D. Mazenko, G.M. Unruh, R.M. Wald, *Physical Review* D 31 (1985), pp. 273-282.

83 ** Pages 28-30 of Davies, "The Anthropic Principle."

84 *** See p. 413 of Barrow and Tipler; or pp. 6, 26, 475-6, of *The Very Early Universe*.

85 **** Davies, "The Anthropic Principle," p. 28.

86 (أنظر تفاصيل كثيرة في:

The Prerequisites of Life in Our Universe John Leslie;

2. **تصحيحات طيف الهيدروجين:(Lamb Shift)**

الانزياحات الصــغيرة في مســتويات طاقة الإلكترون في ذرة الهيدروجين، الناتجة عن تفاعله مع الفراغ الكمومي، **تم قياسها** وشرحها ضمن ميكانيكا الكم.

3. **الإلكترون يُحيط بغيمة من الجسيمات الافتراضية:**

في النموذج القياسي، يُفترض أن كل جسـيم "حقيقي" يتفاعل مع فراغ يحتوي جسـيمات افتراضـية تظهر وتختفي لحظيًا، وهذا ضروري لفهم ظواهر دقيقة في الكهروديناميكا الكمومية.(QED)

لكن ملاحظات مهمة:

هذه الجسيمات ليست جسيمات "حقيقية "بل افتراضية (virtual) بمعنى: لا يمكن رصدها مباشرة، ولا تترك أثرًا إلا في التصـحيحات غير المباشــرة، وهي مكونات رياضــية في الحســابات، وليســت جســيمات تظهر وتختفي كما في أفلام الخيال العلمي، ظهورها واختفاؤها لا يعني أنها **تخرج من "العدم" الحقيقي، بل من حالة فيزيائية لها طاقة وقوانين** (الفراغ الكمومي).

الجسيمات الافتراضية بين الحقائق والأساطير:

في بحثه المســمى: "ميكانيكا الكوانتم الحقائق والأســاطير" يقول نيكوليك: "الأداة الحســابية المتمثلة في مخططات فاينمان تقترح صــورة غالبا ما يســاء فهمها على أنها (جســيمات حقيقية تتفاعل من خلال تبادل جســيمات افتراضــية). العديد من الفيزيائيين، وخاصــة غير الخبراء منهم، يأخذون هذه الصــورة حرفيا، كأنها شــيء حقيقي يحصــل في الطبيعة بالفعل، في الحقيقة **أنا لم أرَكتابا من الكتب المتخصــصــة بتقديم علم فيزياء الجسـيمات للجماهير من غير المتخصـصـين، إلا وقدم هذه الصـورة على أنها شيء حقيقي يحصل في الواقع**، لذلك فإن صــورة التفاعلات الكمومية التي تبدو فيها على أنها عملية يحصــل فيها تبادل للجســيمات الافتراضية هي **واحدة من أسوأ الخرافات** ليس فقط في فيزياء الكم، وإنما في الفيزياء كلها، **في الواقع هناك إجماع بين الخبراء بأســس نظرية المجال الكمومية على أن هذه الصــورة لا ينبغي أن تؤخذ حرفيا**، المبادئ الأساسية للفيزياء الكمومية لا تحتوي حتى على مفهوم "الحالة الافتراضية"، مفهوم "الحسابات الافتراضية" ينشـأ فقط من اتباع أسـلوب رياضـي معين في الحسـاب، يسـمى التوسـع الاضـطرابي، في الحقيقة، التوسـع الاضــطرابي الممثل في مخططات فاينمان يمكن حتى إدخاله في الفيزياء الكلاســيكية، لكن لا أحد يحاول أن يعبر عن مخططات فاينمان الكلاسيكية هذه بمصطلح العمليات الافتراضية الكلاسيكية، فلماذا إذن يسمح بهذا التعبير في فيزياء الكم؟

السبب الرئيس هو أن التفسير الأساس لنظرية الكم لا يوفر صورة وجودية واضحة للعمليات التي تحدث في الطبيعة بالفعل، وإنما يوفر فقط احتمالات عن النتيجة النهائية لنتائج القياس،

وفي غياب مثل هذه الصورة فإن الفيزيائيين يسمحون لأنفسهم أن يقدموا الصور البدهية المساعدة والتي تساعدهم على التفكير بخلاف تلك الطريقة الرسمية البحتة في فيزياء الكم،

هذه الصور المساعدة في حد ذاتها ليست خطيئة، **لكن تحدث المشكلات عندما ينسى المرء لماذا تم تقديم هذه الصورة في المقام الأول، ويبدأ في التفكير في هذه الصورة بشكل حرفي جدا"**[87]

ثم إن الصورة التي يقدمها بعض علماء فيزياء الكم أن وجود هذه الجسيمات عابر،

quantum vacuum fluctuations in which particles attain a fleeting existence

فما هي الآلية التي انتقلت منها الجسيمات من وجود عابر يختفي في أقل من لمح البصر، -لدرجة استحالة أن يراه أو يقيسه أي عالم، مع أنه من المفترض أنه يحدث في كل هذا "الفضاء" المليء بالمادة المظلمة، أي أنه ليس دفقا يحدث في زاوية مجهولة من الكون يصعب الوصول إليه-، فكيف انتقلت من وجود عابر إلى وجود مستقر يملأ جنبات الكون بالمادة المرئية؟ كيف عبر بعض الفيزيائيين الجسر ما بين "جسيمات افتراضية" "وجودها نظري" وفي أحسن الأحوال اقترابا من فرضياتهم "وجودها عابر" يتفكك في أقل من أجزاء بسيطة من الثانية، إلى "كون مستقر"!

سفر الجسيمات في الزمن دائما للأمام

"وبصرف النظر عما إذا كانت الجسيمات تسافر إلى الأمام أو إلى الخلف في الزمن في حساباتنا في نظرية المجال الكمومية، فإن الجسيمات التي نرصدها في المختبرات تسافر دائما إلى الأمام في الزمن"[88]

وقد شرح باول ديفيز محاولات بعض الفيزيائيين إثبات انعكاس سهم الزمان، في أبحاث جون هويلر، وبروس بارتريدج، وانتهى إلى القول: "على أية حال فقد أثبتت فكرة الزمان المتماثل للكون بأنها غير كافية واضطرت ستيفن هاوكينج مؤخرا إلى التراجع بعيدا عن برنامج كونه الكمي، وبعد أبحاث تفصيلية أكثر اعترف بتراجعه بمقولة: "أن بحثه ذاك لم يخطط له جيدا""[89]

على أية حال، فقد قام روجر بنروز بدراسة مستفيضة لمسألة سفر الجسيمات في الزمن وعلاقتها بالقوانين الفيزيائية بالتفصيل في كتابه عقل الإمبراطور الجديد، وأثبت أنه متجه للأمام دائما.

الطاقة المقترضة، والجسيمات الافتراضية:

قبل البدء بهذا الفصل أرجو مراجعة فصل: **رابعا: هل تتضمن فرضية النفق الكمومي اقتراض طاقة من المستقبل ثم تسديدها**، وقد بينا فيه بوضوح أنه لا يوجد في النموذج الرسمي للنفق الكمومي (مثل

---

[87] Nikolić, H. (2007). Quantum mechanics: Myths and facts. Foundations of Physics, 37(11), 1563-1611.

ترجمة الدكتور أحمد إبراهيم، اختراق عقل ص 117-118، دلائل.

[88] اختراق عقل، أحمد إبراهيم ص 121 عن

Schumm, B. A. (2004). Deep down things: The breathtaking beauty of particle physics. JHU Press.

[89] باول ديفيز، الاقتراب من الله بحث في أصل الكون وكيف بدأ، The Mind of God ترجمة منير شريف ص 73

نموذج Vilenkin tunneling أو نموذج Hartle-Hawking no-boundary) أي آلية تقترض طاقة من المستقبل ثم تعيد تسديدها، ولا توجد صيغة فيزيائية أو رياضية معتمدة تدعم هذا التصور حرفيًا؛ بل هو تشبيه مجازي مبسط، يستخدم أحيانًا في الشرح للعامة.

يتابع ديفيز: "في الواقع لا يمكن للجسم أن يقترض طاقة من أي مكان، طالما أنه يتوجب عليه تسديد القرض فورا، وتقتضي الصيغة الرياضية الدقيقة لمبدأ عدم اليقين أن يتم تسديد القرض الكبير للطاقة بسرعة كبيرة، أما القروض الأصغر فبعد فترة أطول، تؤدي ريبة الطاقة إلى بعض النتائج الغريبة، من بينها إمكانية أن جسيما كالفوتون يمكن أن يخرج إلى الوجود فجأة للاشيء، فقط ليختفي بعد ذلك بسرعة، تعيش هذه الجسيمات على طاقة مقترضة، وبالتالي على **زمن مقترض**، ونحن لا نراها، لأن ظهورها عابر فقط، ولكن ما نعتبره بصورة طبيعية فضاء فارغا هو في الواقع مكتظ بحشود من هذه الجسيمات ذات الوجود المؤقت، لا الفوتونات فقط، بل الإلكترونات والبروتونات وكل شيء آخر، ولتمييز هذه الجسيمات المؤقتة من الأخرى الدائمة المألوفة أكثر، تطلق على جسيمات النوع الأول تسمية "الافتراضية"، وعلى جسيمات النوع الثاني تسمية "الحقيقية".

باستثناء طبيعتها المؤقتة، فإن الجسيمات الافتراضية مثيلة للجسيمات الحقيقية، وفي واقع الأمر، يمكن أن يصبح الجسم الافتراضي جزيئا حقيقيا، ولا يمكن أيضا تمييزه عن أي جسيم آخر حقيقي من النوع نفسه، **إذا تم تزويده بطاقة كافية** من خارج المنظومة **لكي يسدد قرض طاقة هايزنبرج**، فعلى سبيل المثال إن إلكترونا افتراضيا يعيش نموذجيا لمدة 10^-21 ثانية، وخلال حياته القصيرة لا يبقى ساكنا، ولكنه قد ينتقل مسافة 10 ^-11 سم، (للمقارنة حجم الذرة يبلغ 10 ^-8 سم، قبل أن يختفي، ولكن الإلكترون الافتراضي لن يختفي في نهاية الأمر، بل يمكن أن يواصل حياته كإلكترون طبيعي كامل إذا تلقى (لنقل من حقل كهرومغناطيسي) طاقة **أثناء حياته القصيرة هذه"**،

ملاحظة: "الجسيمات الافتراضية هي أدوات رياضية تظهر في مخططات فينمان لحساب الاحتمالات في التفاعلات الكمومية، وهي ليست كيانات فيزيائية حقيقية يمكن رصدها بمعزل عن التفاعل. في ظروف خاصة (كما في تأثير شفاينغر أو كازيمير أو تفكك المجال القوي)، يمكن أن تُسهم تأثيرات الفراغ في إنتاج جسيمات حقيقية، لكن هذا يتم ضمن تفاعلات معروفة ومقيدة بالشروط الديناميكية للطاقة. القول بأن الجسيم الافتراضي (بذاته) يصبح حقيقيًا عند اكتساب طاقة **هو تلخيص مفرط التبسيط لا تدعمه الأدبيات الفيزيائية الحديثة بدقة**."

[لاحظ: يحتاج الإلكترون أو الفوتون إلى طاقة كي يخترق حاجز الجهد، أو كي يحصل على طاقة كافية أعلى بكثير من الجسيمات الحقيقية التي تشغر ذلك الفراغ والتي انحلت أو انبثقت منها هذه الجسيمات الافتراضية، ولذلك قالوا بأنها **"تقترض" الطاقة من "المستقبل"**، ثم **تعيدها سريعا** لأنها **يفني بعضها بعضا**، فوجوده اعتمد على حصوله مسبقا على طاقة أعلى، وعليه أن يقترض هذه الطاقة من المستقبل، ثم إذا وجد

نفســه في هذا المســتقبل فجأة، بدلا من أن يعيد ما اقترض من الطاقة، فإنه يســتمد طاقة أخرى خلال هذه الفترة المتناهية في الصــغر، ليصــبح جســما حقيقيا! هل تمت مســامحته بالطاقة التي عليه أن يتخلص منها لتصفية الحساب؟ أحجية لا حل لها إلا القول: مبدأ هايزنبرج!]

ملاحظة تصويبية: "فكرة أن الجسيمات الافتراضية تقترض طاقة من المستقبل ثم تسددها هي استعارة تعليمية غير دقيقة وليست جزءًا من الصياغة الرسمية لميكانيكا الكم أو فيزياء الحقول. وفقًا لمبدأ الريبة في الطاقة والزمن $\Delta E \cdot \Delta t \geq \hbar/2$ ، يمكن أن توجد تقلبات في الطاقة ضمن حدود معينة لفترات زمنية قصيرة دون انتهاك صــريح لمبدأ حفظ الطاقة، لكن لا تعني هذه الصــياغة اســتعارة حقيقية من المســتقبل. بل هي وصف إحصائي لاحتمالية سلوك النظام، لا توصيف سببي زمني".

"وعلى الرغم من ذلك، فنحن لا يمكن أن نرى هذه الجســيمات الافتراضــية، نعرف أنها موجودة "هناك فعلا"، في الفضــاء الفارغ لأنها تخلِّفُ أثرا لنشــاطاتها يمكن الكشــف عنه، فعلى ســبيل المثال تؤثر الفوتونات الافتراضـية بحيث تُحدث تغييرا طفيفا في مسـتويات الطاقة في الذرات، وتسـبب أيضـا تغييرا طفيفا في العزم المغناطيســي للإلكترونات، وقد تم قياس هذه التبدلات الزهيدة، إنما المهمة، بدقة كبيرة باســتخدام تقنيات مطيافية، [مرة أخرى أستميحك عذرا لنقف ونتأمل في كلام ديفيز، تم الكشف عن نشاطات هذه الجسيمات الافتراضية، ولم يروها، قد نصدق هذا، ولكن من أين جاءت القفزة المرعبة في الفكر باكتشاف أن **الجسيم الحقيقي نشأ عن هذه الجسيمات الافتراضية** مع وجود أحجية أنه بدلا من أن يرد الطاقة المستقرضة من المستقبل قام باقتراض طاقة أخرى حولته لجسيم حقيقي؟]

نتابع مع ديفيز: "تتعدل الصورة البسيطة للفراغ الكمي التي وردت آنفا عندما نضع في اعتبارنا حقيقة أن الجسـيمات دون الذرية لا تنتقل عادة بحرية، بل تخضـع لعدد من القوى، -نمط القوة الذي يعتمد على نمط الجسـيم المعني، وتعمل هذه القوى أيضـا بين الجسـيمات الافتراضـية المتماثلة، إذن، **يمكن أن يكون هناك أكثر من نوع لحالة الفراغ**، ووجود كثير من "حالات الفراغ" الممكنة ملمح مألوف لفيزياء الكم، مســتويات الطاقة المختلفة للذرات هي من تلك الملامح المعروفة تماما، فيمكن أن يوجد إلكترون يدور حول نواة ذرية في حالات معينة معروفة تماما مع كميات محددة من الطاقة، ويدعى المســتوى الأدنى حالة الخمود، **وهي حالة مستقرة**، وتدعى المستويات الأعلى الحالات المثارة، **وهي غير مستقرة**، فإذا تبدل إلكترون إلى حالة أعلى، فإنه سينتقل نزولا مرة أو أكثر رجوعا إلى حالة الخمود وتتلاشى الحالة المثارة بعمر نصف واضح المعالم.

وتنسحب مبادئ مماثلة على الفراغ، الذي قد يحتوي على حالة مثارة أو أكثر، تتمتع هذه الحالات بكميات مختلفة جدا من الطاقة، على الرغم من أنها تبدو متماثلة في الواقع- أي فارغة-، حالة الطاقة الأدنى أو الخمود تدعى أحيانا **الفراغ الحقيقي**، مما **يعكس** حقيقة أنها حالة مستقرة، ويفترض أنها الحالة التي تضاهي المناطق الفارغة من الكون كما نلاحظه اليوم، ويشار إلى فراغ مثار **كفراغ زائف**.

يجب أن نؤكد على أن الفراغات الزائفة تبقى مجرد فكرة نظرية، وتعتمد في قسم كبير من خواصها على النظرية الخاصة التي يُحتج بها، ولكنها تظهر، بصورة طبيعية في معظم النظريات الحديثة التي تهدف إلى توحيد القوى الأربع الأساسية، وتتنبأ مختلف النظريات الموحدة الكبيرة بالمرشح الذي تُعَلَّقُ عليهأكبر الآمال بشأن آلية تضخمية، والسمة الرئيسية لهذه النظريات هي أن الطاقة هائلة في حالات الفراغ الزائف، نمطيا، يحتوي سنتمتر مكعب من الفضاء 10 ^87 جول، حتى أن حجما ذريا ما في حالة كهذه يحتوي 10 ^26 جول، فلنقارن هذا الرقم بالرقم الزهيد الذي يمثل 10 ^-18 جول أو ما يقرب منه الذي تمتلكه ذرة مثارة، ولهذا **فإننا نحتاج إلى قدر كبير من الطاقة لإثارة فراغ حقيقي**، **ولا ينبغي أن نتوقع مواجهة فراغ زائف في الكون اليوم**، وفي المقابل تبدو هذه الأرقام معقولة في ظل الظروف الشديدة للانفجار الكبير". [الآن يجب أن نتوقف كثيرا هنا، ونسأل، طالما أنه لا يمكن وجود فراغ زائف اليوم، فهذا يعني أنه لا يمكن اكتشاف أو اختراع أو التأسيس لعلاقة بين أي جسيم افتراضي وأي جسيم حقيقي ليقال بأن الحقيقي نتج عن الافتراضي بالتجربة، وبالتالي فالجسيمات الافتراضية ستبقى تختفي ولا تتحول إلى جسيمات حقيقية منذ انتهى عصر التضخم إلى اليوم، أي أنه لا يوجد أي دليل على إمكانية حصول مثل هذا الانتقال إلا معادلة هايزنبرج، وتفسيرات نظرية لا يمكن اختبارها في الكون الحالي نهائيا، هل تنبهت لهذه الحقيقة؟!]

يتابع ديفيز: "تمارس الطاقة الهائلة المرافقة لحالات الفراغ الزائف تأثيرا ثقاليا قويا، وهذا لأن للطاقة كتلة، ولذلك تمارس جذبا ثقاليا، تماما كما تفعل المادة الطبيعية، والطاقة الهائلة للفراغ الكمي جذبية (جذابة) جدا، **طاقة السنتمتر المكعب الواحد من الفراغ الزائف تزن 10 ^67 أطنان، وهو رقم أكبر من طاقة كامل الكون المنظور اليوم (حوالي 10 ^50 أطنان)**، هذه الجاذبية الهائلة لا تساعد على إحداث تضخم، وهي عملية تحتاج إلى نوع ما من جاذبية مضادة، ولكن الطاقة الهائلة في الفراغ الزائف تترافق بما يماثلها من ضغط هائل في الفراغ الزائف، وهذا الضغط يفي بالغرض، ونحن في الحالة الطبيعية لا نعتبر الضغط كمصدر للجاذبية، ولكنه كذلك، ومع أن الضغط يمارس قوة ميكانيكية نحو الخارج، فإنه يسبب سحبا جذبيا نحو الداخل، وفي حالة الأجسام المألوفة، فإن التأثير الجذبي للضغط عديم القيمة مقارنة بتأثير كتلة الجسم،... وفي حالة الفراغ الزائف هناك طاقة هائلة وضغط هائل لدرجة يتنافسان معها على السيطرة الجذبية، ولكن الخاصية الحاسمة هي أن **الضغط سلبي**، فالفراغ الزائف لا يدفع بل يمتص، والضغط السلبي يسبب تأثيرا جذبيا سلبيا، أي **مضادا للانجذاب**، وهكذا فإن الفعل الجذبي للفراغ الزائف يتضمن تنافسا بين التأثير الجذبي الهائل لطاقته والتأثير الدفعي الهائل لضغطه السلبي[90]، وتنتهي المنافسة بانتصار

---

[90] تنبيه علمي: "رغم أن الضغط السلبي مرتبط طوبولوجيًا بتوسع الكون المتسارع، فإن وصف التضخم بأنه فقط نتيجة "طاقة الفراغ الزائف" دون الرجوع إلى خصائص الحقل المسؤول (كحقل الإنفلاتون) قد يُختزل الطبيعة الديناميكية المعقدة للتضخم. النموذج القياسي الحالي للتضخم يعتمد على تطور مجال كمومي يمتلك كمونا (potential) قابلا للانحدار، ما يولّد ظروف الضغط السلبي. لذا لا يُستغنى عن وصف الحقل وآليته".

الضغط، ويكون التأثير الصافي خلق قوة دفعية كبيرة جدا يمكنها أن تعصف بالكون في جزء من ثانية، وهذا الدفع التضخمي الهائل هو الذي يسبب تضاعف حجم الكون بسرعة كل 10 ^-43 ثانية. عدم الاستقرار ملازم للفراغ الزائف، وهو ككل حالات الكم المثارة **يتوق إلى التلاشي**، رجوعا إلى حالة الخمود –الفراغ الحقيقي-، ولكونها عملية كمية (كمومية) فإنها تخضع لتذبذبات حتمية غير محدودة **وعشوائية** سبقت دراستها آنفا فيما يتعلق بمبدأ الريبة (عدم اليقين) عند هايزنبرج... عندما يتلاشى الفراغ الزائف فإن الكون يستأنف تمدده الطبيعي المتباطئ السرعة، وتتحرر الطاقة التي كانت حبيسة في الفراغ الزائف، وتظهر على شكل حرارة، فالتمدد الهائل الذي أحدثه التضخم بَرَّدَ الكون إلى درجة قريبة جدا من الصفر المطلق، وفجأة، وبسبب انتهاء التضخم، أعاد تسخينه إلى درجات هائلة تصل إلى 10^28 درجة كيلفن، ويبقى هذا الخزان الضخم للحرارة إلى اليوم، في شكل متضائل إلى حد كبير كإشعاع حراري خلفي للكون، والناتج الثانوي لتحرير الطاقة الفراغية هو أن كثيرا من الجسيمات الافتراضية في الفراغ الكمي تتلقى بعضها وترتقي إلى جسيمات حقيقية، وبعد معالجة وتبدلات إضافية فإن بقية هذه الجسيمات الابتدائية تواصل توفير 10 ^50 أطنان من المادة التي تكون مادة الكون."[91]

توضيح: "يجب التمييز بين التذبذبات الكمومية التي أثّرت في طيف التقلبات الأولية في الكون وبين اعتبار أن جسيمات افتراضية بذاتها أصبحت جسيمات حقيقية. لا يوجد دليل تجريبي أو نظري حاسم على أن الجسيمات الافتراضية تتحول تلقائيًا إلى جسيمات واقعية، بل يُفترض أن حقولًا كمومية (كحقل هيغز أو الإنفلاتون) أنتجت جسيمات واقعية عبر عمليات كسر تناظري أو إعادة تسخين "بعد التضخم"."

وكما أسلفنا في فصل: " المنفردة بين الحتمية والإمكان، نموذج الكون التضخمي cosmic inflation:" فإنه لا يوجد مقترح حقيقي مقنع يتجاوز المعضلات الكثيرة التي تعترض الحقل المفترض الذي ينتج طاقة فراغ سلبية كبيرة جدا تلغي **طاقة الفراغ الإيجابية التي تنتجها** **الحقول الأخرى**، حتى قال عنه لورانس كراوس نفسه بأن جميع المقترحات النظرية للجوهر هذا مفتعلة ومختلقة، وبالتالي فالمشاكل المترتبة على هذا الحل هي أكثر من المشاكل التي وجد ليقدم لها حلولا! وسنرى بعد قليل -إن شاء الله- أن ريتشارد فاينمان وباول ديفيز يقدمان رأيين محكمين خطيرين باستحالة نشوء الكون عن تدفقات كم، (وبالتالي كذلك عن نفق كمومي) لمشكلة العشوائية المصاحبة لهذه التدفقات وطبيعة الفقاعات التي ستنشأ عن تلك التدفقات فارتقبه!

[91] الدقائق الثلاث الأخيرة، باول ديفيز، ترجمة أحمد رمو، ص 28-36 باختصار غير مخل

الفصل الحادي عشر: هل انتقل الكون للوجود عبر النفق الكمومي، وهل يخرق النفق الكمومي السببية؟

ما هي فرضية "النفق الكمومي" لنشأة الكون؟

الفكرة الأساسية

طرح **ألكســـندر فيلينكن** و**جيمس هارتل** وســـ**تيفن هوكينغ** أفكارًا أن الكون "نفق" من حالة "لا وجود مكاني وزماني" عبر حاجز طاقة كمومي إلى حالة وجود زماني مكاني، بدون خرق القوانين الفيزيائية.

النفق الكمومي هو انتقال لحظي من حالة "لا وجود مكاني وزماني" عبر حاجز طاقة كمومي إلى حالة "وجود" زمني مكاني، من هنا اقترح فيلينكين أن الكون "أنبثق" نتيجة قفزة كمومية من لا شيء إلى شيء!

اســتُخدمت معادلات تعتمد على مبدأ "عدم وجود حدود" للزمكان (no-boundary proposal)، واقترحوا أيضا أن الكون انبثق ذاتيًا بدون نقطة بداية زمنية بالمعنى التقليدي.

ملخص الفكرة:

- قبل الكون، لم يكن هناك زمان ولا مكان (لازم لفهم مصطلح "قبل" بشكل دقيق).
- حدث "نفق كمومي" — انتقال لحظي — أدى إلى نشوء الكون مع بداية الزمن نفسه.
- اللا شيء" في هذا النموذج هو فضاء كمومي له طاقة وقوانين، وليس عدمًا حقيقيا فلسفيا. بل حالة كمومية مشروطة ببنية رياضية (دالة موجية) وقوانين معينة.
- **إذن لم يتم خلق الكون فعليا من العدم المطلق**.

النقد العلمي والفلسفي على فرضية النفق الكمومي

- **الفراغ الكمومي مختلف عن العدم:**
- **الاعتماد على قوانين رياضية مسبقة**

معادلة ويلر-ديويت (Wheeler-DeWitt equation) تحكم التغيرات الكمومية للكون؛ لكن: هذه المعادلة نفســها تفترض وجود مبادئ فيزيائية متقدمة، مثل الجاذبية الكمومية. والنفق الكمومي يتطلب وجود بنية رياضية مسبقة (دالة موجية للكون لوصف الحالة الكمومية للكون.) وحتى معادلة ويلر-دي ويت Wheeler–DeWitt Equation.كما أسلفنا. إذن هناك شيء موجود قبل الكون.وهذا يعني أن هناك **بنية رياضية وقوانين** موجودة قبل نشوء الكون، مما ينفي فكرة العدم المطلق

كما أوضح روجر بنروز: "للقول بأن الكون نشأ من لا شيء باستخدام معادلة فيزيائية، أنت تفترض ضمنًا أن هذه المعادلة موجودة قبل وجود الكون، وهذا تناقض منطقي."

حتى لو افترضنا أن الكون نُفق عبر حاجز طاقة كمومي، من أين جاءت قوانين الكم نفسها؟ من الذي أوجد الظروف الأولية أو مبادئ عمل "النفق الكمومي"؟ سؤال: لماذا توجد هذه القوانين بدلاً من ألا توجد قوانين؟

نقد جون بولكينغهورن: "القول بأن الكون نشأ من لا شيء بناءً على احتمالات كمومية يشبه القول بأن حساب التفاضل قد أنشأ نفسه!"

- **مشكلة بداية الزمان:**

إذا لم يكن هناك زمن قبل الكون، فكيف يمكن الحديث عن عملية "نفق" تحدث؟ كيف يمكن الحديث عن "حدث"، أو "انتقال" (كأن ينفق الكون عبر حاجز كمومي)؟ إذ يحتاج النفق الكمومي ضمنا إلى "مرحلة سابقة" "قبل" ولو مجازًا، ومرحلة لاحقة "بعد" وهو ما يناقض فرضية غياب الزمن. أي إنه يخلق تناقضًا جوهريًا: كيف يحدث تغير في غياب الزمن؟ هذا الافتراض يعتمد على وجود قوانين رياضية تحكم الانتقال، أي إن القوانين سبقت الكون، وهذا ينقض فكرة النشوء التلقائي الكامل.

- **تفسيرات غير كاملة للشرط الابتدائي:**

معادلة ويلر-دي ويت تصف الكون كموجة، ولكنها لا تحدد لماذا يجب أن تكون البداية واحدة دون غيرها من الحالات الكمومية الأخرى، لماذا حدثت حالة واحدة فقط (الكون الذي نراه)؟ ولماذا لم تحدث لا نهائية من الأكوان الكمومية الأخرى بنفس الاحتمال؟

إذن، الشرط الابتدائي الذي أدى إلى نشوء كوننا بالذات يظل غير مفسر بشكل حاسم.

- مصطلح "حالة بدون حدود" لا يعني عدم وجود كل شيء.

في بعض الشروحات، هذه الحالة هي "رغوة كمومية" أو "زمكان افتراضي" — أي **شيء**، وليس "لا شيء."

نقد ستيفن بار: "الحالة الخالية من الحدود لا تُعد عدماً؛ هي شكل بدائي من الوجود يحمل إمكانات للزمكان والمادة".

ثالثًا: ماذا تقول انتقادات العلماء؟

العالم	التفسير أو النقد	الموقف
روجر بنروز	يرفض بشدة فكرة نشوء الكون تلقائيًا من الفراغ الكمومي بدون نظام موجّه. يرى أن احتمالات التهيئة الدقيقة المطلوبة (Fine-Tuning) للكون لا تفسرها ميكانيكا الكم وحدها.	نقد شديد
ديفيد ألبرت	يعتبر أن الحديث عن "نشوء الكون من لاشيء" باستخدام تقلبات أو نفق كمومي مغالطة لأن الفراغ الكمومي ليس لاشيء حقيقي.	نقد فلسفي
جورج إيليس	يشير إلى أن كل هذه الفرضيات قائمة على رياضيات دقيقة لكنها غير مثبتة تجريبيًا، ولا تزال تخمينية وليست علما تجريبيا بعد.	نقد علمي

العالم	التفسير أو النقد	الموقف
آلان جوث (رائد التضخم الكوني)	يرى أن النفق الكمومي يقدم سيناريو جيدًا لبداية التضخم الكوني، لكنه لا يحل مشكلة الأصل النهائي للقوانين نفسها.	دعم حذر

كيف أثرت مغالطة فهم مبدأ عدم اليقين على النظريات التي تدعي نشأة الكون من لا شيء؟

2. مقدمة المشكلة: من أين جاء الخلط؟

مبدأ عدم اليقين لهايزنبرغ يضع حدودًا على دقة قياس خواص الجسيمات **داخل الكون القائم**، ضمن إطار فضاء وزمان موجودين مسبقًا، أي **داخل نظام فيزيائي موجود**. ولا علاقة له بخلق نظام من عدم مطلق، واستغلال عدم اليقين للدفاع عن النشوء العشوائي للكون مغالطة علمية وفلسفية.

أما فكرة نشوء الكون من لا شيء، فهي تتطلب تفسير كيف يمكن للفضاء والزمن والمادة أن يظهروا من "لا شيء"، أي من غياب كل شيء حرفيًا — لا مادة، ولا طاقة، ولا زمن، ولا قوانين.

الخطأ الجوهري:

تم إسقاط مفهوم "التذبذبات الكمومية" (وهي ظواهر تحدث ضمن فضاء موجود) على حالة "العدم المطلق"، كأن العدم الفيزيائي لديه خصائص كمومية!

3. كيف فُهم مبدأ عدم اليقين بشكل خاطئ؟

في الإطار العلمي الصحيح:

مبدأ عدم اليقين يتحكم في سلوك الجسيمات **في فضاء موجود**، ولا يسمح بانبثاق جسيمات من العدم الحقيقي، والتذبذبات الكمومية (مثل إنتاج أزواج جسيم/ضديد جسيم من الفراغ الكمومي) تحدث ضمن بنية فيزيائية موجودة: "الفراغ الكمومي"، وهو ليس "لا شيء"، بل وسط مملوء بالطاقة وقوانين فيزيائية.

روجر بنروز قال: *"الفراغ الكمومي ليس عدماً. إنه بنية معقدة تحكمها معادلات ميدانية دقيقة".*

في المغالطة:

تم تصوير "الفراغ الكمومي" وكأنه "لا شيء". وتم تعميم أن الجسيمات تظهر من "لا شيء" بسبب مبدأ عدم اليقين، على أنه يمكن للكون بأكمله أن ينشأ من العدم بدون سبب.

4. أين تقع المغالطة المنهجية؟

أولاً: خلط بين حالتين

- **الفراغ الكمومي** =نظام فيزيائي موجود، له طاقة، وله قوانين.
- **العدم الفلسفي** =لا مادة، لا طاقة، لا قوانين، لا فضاء، لا زمن.

أوضح ستيفن بار: *"لا ينبغي الخلط بين فراغ مليء بالقوانين وقادر على التذبذب، وبين العدم المطلق الذي لا يحوي أي قوانين ولا أي شيء"*.

ثانياً: قفزة غير مبررة

مبدأ عدم اليقين يعمل فقط ضمن قوانين موجودة، ولا يوجد أي دليل علمي يثبت أن القوانين الفيزيائية يمكن أن تنشأ من العدم، وبالتالي، القول بأن مبدأ عدم اليقين يسمح للكون أن ينشأ بلا سبب ليس استنتاجًا علميًا بل قفزة ميتافيزيقية غير مبررة.

هل الحتمية الكمومية تمنع الحاجة إلى خالق؟

حتى لو كانت العمليات الكمومية غير حتمية (بالمعنى التجريبي)، فهذا لا يفسر **لماذا يوجد شيء بدلاً من لا شيء**، ووجود إمكانات كمومية يفترض وجود بنية فيزيائية أزلية أو قوانين حاكمة، وهذا يستلزم تفسيراً أعمق.

اقتباس: روجر بنروز: "التفكير بأن قوانين الرياضيات يمكن أن تُوجد بذاتها دون إطار وجودي هو قفزة غير مبررة".

الخلاصة

مبدأ عدم اليقين **لا** يسمح بالخروج من العدم الفلسفي إلى الوجود، وقد أدى سوء فهم الفرق بين "الفراغ الكمومي" و"العدم" إلى استنتاجات خاطئة، وكل النماذج التي تدعي النشوء من لا شيء تفترض مسبقاً وجود قوانين أو حالة مادية مهيأة، مما يعني أنها **لا تشرح الأصل الحقيقي للوجود**.

نقد هذه النماذج لا ينكر عبقرية ميكانيكا الكم، لكنه يرفض تحميلها فوق ما تحتمل.

فإن ميكانيكا الكم نفسها قائمة على وجود زمان وقوانين. وأما "نشأة" الزمان والقوانين أنفسها، فهي مسألة تتجاوز ميكانيكا الكم التقليدية. ولا يمكن تفسير الخلق الكامل من لا شيء علميا بمجرد استدعاء ميكانيكا الكم. إذ إن "العدم الحقيقي" لا يملك قوانين ولا طاقة، وبالتالي لا يمكنه أن "ينفجر" أو "يهتز" أو "ينفق". والخلق الفيزيائي الكمومي يفترض وجود شيء مسبق: قوانين وطاقة فراغية. ولا بد من الاعتراف بوجود سبب أعمق ميتافيزيقي لتفسير أصل الوجود والقوانين.

اقتباس معبر من جون بولكينغهورن (عالم فيزياء وراهب):

"قولك إن الكون نشأ من لا شيء مستندًا إلى الفيزياء، هو كمن يقول إن الحساب هو الذي خلق الأرقام".

التفسير العقلي الفلسفي الصحيح: السببية الكونية

كل شيء مشاهد في الكون يحتاج لسبب. ولا يمكن أن تكون القوانين أو الطاقات الفيزيائية موجودة دون سبب، ولذلك، فإن الإطار العقلاني الأقوى يستدعي الاعتراف بوجود **سبب خارج النظام الفيزيائي نفسه**، أي **خالق غير مادي**، أوجد الكون والقوانين.

اقتباس جون بولكينغهورن: "من العبث القول إن النظام الرياضي يستطيع أن يخلق شيئاً مادياً من تلقاء نفسه. الواقع الفيزيائي يتطلب سبباً يتجاوز المعادلات".

استنتاج شامل

القضية	تحليل نقدي	النتيجة
أصل الكون الكمومي	يعتمد على شيء وليس عدماً	لا يغني عن تفسير وجود القوانين
استخدام عدم اليقين	سوء فهم لطبيعة القياس الكمومي	لا يدعم فكرة نشوء الكون عشوائياً
البديل التفسيري	السببية الفلسفية العقلانية	ضرورة الإقرار بوجود سبب أزلي خارجي

النموذج الثاني: نموذج "الخلق الكمي بدون خالق(Vilenkin's tunneling model) "

الفكرة الأساسية:

يقترح ألكسندر فيلينكن أن الكون نشأ تلقائيًا من حالة "لا شيء" عبر ظاهرة كمومية تُسمى "النفق الكمومي". ويدعي أن القوانين الفيزيائية كافية لإحداث هذا الانتقال.

النقد التفصيلي:

1. **تعريف "لا شيء" غير دقيق**

"لا شيء" عند فيلينكن يتضمن إمكانية تطبيق معادلات رياضية (معادلة ويلر-ديويت مثلاً)، وإذن هو "لا شيء" غني بالخصائص، وليس العدم الفلسفي الحقيقي.

2. **الاعتماد على احتمالات كمومية**

يضع احتمالية لحدوث الكون بنسبة معينة، ولكن لا وجود لاحتمال بدون إطار مكاني زمني للتذبذبات!

نقد الفيلسوف وليام لين كريغ: *"لا وجود للاحتمالات الكمومية دون زمن ومكان ومعايير للاحتمال".*

3. **التساؤل حول مصدر القوانين**

قوانين الفيزياء التي تسمح بالنفق الكمومي يجب أن تكون موجودة مسبقاً، فالسؤال الأساسي: من أين جاءت هذه القوانين؟

النتيجة:

النموذج يقوم على مغالطة: استبدال "لا شيء" بنظام مسبق الوجود، ويظل سؤال "لماذا توجد قوانين الفيزياء أساساً؟" بلا جواب عند أصحاب هذه الطروحات.

الخلاصة الشاملة

النموذج	المشكلة الرئيسية	النتيجة
التذبذبات الكمومية	خلط الفراغ بالعدم، افتراض قوانين سابقة	لا يفسر نشوء الكون من العدم
النفق الكمومي (هارتل-هوكينج)	افتراض معادلات وقوانين قائمة	لا يفسر الأصل النهائي

النموذج	المشكلة الرئيسية	النتيجة
النفق الكمومي (فيلينكن)	"لا شيء" محمل بالخصائص	لا تفسير للوجود الحقيقي

مغالطة المصادفة المنظمة

النماذج تتحدث عن "احتمالية" نشوء كون من لا شيء، ولكن لا تفسر لماذا نشأت هذه الخصائص الدقيقة (الثوابت الفيزيائية المنضبطة) التي تسمح بوجود كون قابل للحياة.

النقد الفكري لفرضية نشوء الكون عبر النفق الكمومي:

يمكن النظر إلى انتقال الكون للوجود عبر النفق الكمومي -وبالمثل، نظرية نشوء الكون عن تذبذبات الكم- على أنه حدث حصل جراء أحد احتمالات ثلاثة: بيضة كونية أزلية تنتظر التفقيس، أو جراء كون سابق في دورة من دوراته، أو أنها مرحلة في عملية التضخم التي سبق ذكرها في الفصل السابق، وسنناقش هذه الاحتمالات الثلاثة:

وأبسط دليل على نفي الاحتمالات الثلاثة مجتمعة هو أن طبيعة التدفقات الكمية سواء عبر التذبذبات أو عبر النفق الكمومي هي طبيعة عشوائية جدا، والمطلوب هو نشوء كون بالغ الانتظام متماثل المناحي وهذا يكفي لنقضها مجتمعة وجملة وتفصيلا، خصوصا في ظل غياب تام ومطلق لكل آليات تحويل تلك العشوائيات إلى انتظام وتعيير منضبط محكم دقيق!

لقد سبق وأن درسنا استحالة أن يكون الكون أزليا، يشبهونه بالبيضة التي تنتظر التفقيس، في فصل: هل نجا الكون من الفناء الذي يفرضه عليه النفق الكمومي، "البيضة الكونية"، مع احتمال انتقال الكون إلى حالة العدم -أي نصف قطر صفر- عبر النفق الكمومي، والانهيار الكوانتي، وما به من إثبات استحالة استقرار تلك البيضة في حالة ما قبل "التفقيس"، فإن الأمر نفسه ينطبق على فرضية "انتقال الكون إلى الوجود عبر النفق الكمومي" تلك الفرضية التي أنشأها نفس الفيزيائي الذي نتحدث عنه هنا: الكسندر فيليكين في الثمانينات من القرن المنصرم، والتي بها حاجج هنا، إذ الحجة ذاتها تنطبق فيستحيل أن يكون الكون مستقرا على صورة بيضة منذ الأزل، أو حتى أن يوجد لصورة مستقرة لفترة من الزمن مهما كانت قصيرة أو طويلة، ثم ينتقل إلى الوجود عبر النفق الكمومي، وذلك أخذا بالاعتبار أن النفق الكمومي لا يحدث فورا، ولكن احتمال حدوثه ضعيف جدا، لذلك لا يتصور أن ينشأ الكون مستقرا وفجأة يحصل الانتقال الكمومي عبر "مصادفة سعيدة"، دون تأخير، خصوصا في ظل تعقيدات مقدار الطاقة اللازمة لحصوله مقارنة بقوة الجاذبية التي عليه أن يتغلب عليها ليعبر، ففي ظل هذا نستنتج ضرورة ولزوم أن يصاحب افتراض الانتقال الكمومي وجود بيضة كونية مستقرة منذ الأزل، أو على طول مقدار تلك الفترة السابقة للانتقال حتى حصول المفاجأة السعيدة قليلة الاحتمال، وهذا الأمر نفسه الذي نفاه فيليكين بسبب **وجود احتمال عدمها وانهيارها عبر النفق الكمومي ذاته**، ونحن نعلم أن الكون بدأ منذ أقل من أربع عشرة مليار سنة، وهذا رقم

بالغ الصــغر إذا ما قيس بالأزل المطلق الذي لا بداية له، فإن هذا يعني أن تلك البيضــة نجحت في أن تبقى مستقرة كل تلك الفترة الهائلة جدا من الوقت **مع وجود "النفق الكمومي" نفسه واحتمال الانهيار الكوانتي (الكمومي)**، والذي كان لا بد أن يدفع بها إما إلى **انفجار مبكر** في زمان غابر بعيد جدا، أو إلى فناء كمومي في زمان غابر بعيد جدا أيضا، وقد أثبتنا قبل قليل أن الفيزياء النسبية لا تسمح بوجود زمان أو مكان أو مادة إلا بصــورة متلازمة معا، وقد أثبتنا أن المادة والزمان والمكان وجدت كلها معا في لحظة الصــفر بقيم عليا وبتعيير وشــروط دقيقة دفعت بالكون إلى الوجود، **وهذا يعني أنه لم يسـبق لحظة الانفجار الكبير أي لحظة وجدت فيها المادة والزمان والمكان بأي صــورة مســتقرة لأي فترة زمنية، بل وجدت و انفجرت فورا انفجارا منتظما جدا،** وكان على قوة الدفع للخارج أن تتغلب على قوة الجاذبية الهائلة، والطاقة اللازمة لهذا الأمر هائلة جدا **إن لم تكن** متوفرة لدى المادة وكان عليها أن **تســتعيرها من غيرها** ليحصــل الانتقال عبر نفق الكموم، فما هو هذا الشــيء الآخر الذي احتوى طاقة كانت المادة بحاجة لها ولم تكن تمتلكها فاســتعارتها منه؟ فأما الأكوان الأخرى، أو الفقاعات الأخرى لو افترضــنا وجودها، فإن أي تماس أو تبادل للطاقة بينها وتلك "البيضــة الكونية" كفيل بنتائج كارثية، فلن تبقى معه مسـتقرة بأي شـكل، ومثل هذا التبادل لا يمكن التدليل على صحته، ولا أثر له في شفق الخلق، ولو كان لاتجه اتجاها معينا واضحا على مدى واسع النطاق من الشفق الكوني، واختفاؤه دليل على عدم حصوله بادئ الأمر، وأما المستقبل، فحتى يستعير الإلكترون منه الطاقة ليعبر لا بد للكون أن ينفجر أولا ليســتقل حيزٌ منه بطاقة تحتاجها الإلكترونات التي ســتعبر حاجز الكون قبل انفجاره، وهو مســتحيل، علاوة على أن مقدار الطاقة المطلوبة كي تســتطيع بعض الإلكترونات العبور والتغلب على الجاذبية الهائلة مقدار هائل لا يمكن أن يتم عبر "معاملة بنكية سـريعة" مع المستقبل ثم يرد إلى الحساب!

كذلك، فإذا ما كانت الطاقة متوفرة في الأســاس لدى المادة، فإنها **لن تنتقل عبر النفق الكمومي**، بل سـتنفجر مباشـرة، فهذه تغطية للاحتمالات المختلفة لحصـول الظاهرة باسـتعمال الاحتمالين الأول أو الثاني، وكلها أخفق، **وهذا دليل على اســتحالة أن ينتقل الكون إلى الوجود عبر "النفق الكمومي"**، أما الاحتمال الثالث الذي يفترض أن النفق الكمومي هو جزء من عمليات تذبذبات الكم وجرت في المرحلة التضــخمية، فإنها لا تعني انتقال الكون من العدم الفلسفي المطلق إلى الوجود، وأما مسألة نشوء المادة الحقيقية عن المادة المفترضــة، فقد تناولناه بالنقد في غير موضـع من هذا الفصـل، وكذلك فإن نقض نشــوء الكون عن تذبذبات الكم الواردة في هذا الفصل والفصول التالية هو هو عين الجدل الذي ننقض به النشوء عبر النفق الكمومي، فهما آليتان متقاربتان تشتركان في المبادئ ذاتها، لذا سنركز الآن على الخيارين الأول والثاني.

جدير بالذكر دراســة افتراض اســتعارة الطاقة من المســتقبل، الذي يرد في التفســيرات الشــعبية غير المدعومة برؤية كمية حقيقية، والأمر الذي يتناقض مع ســير ســهم الزمن للأمام، والذي أثبته روجر بنروز في

كتاب: عقل الإمبراطور الجديد، وذلك لأن الإنتروبي تزداد دائما مما يعني أن سـهم الزمن ينطلق في اتجاه واحد ولا يمكن أن ينطلق بالعكس وإلا لخالف قانون الديناميكا الحرارية الثاني.

ثم إن الانتقال عبر النفق الكمومي يعني اختراق حاجز الجهد، فلنتخيل نقطة بالغة الصغر عالية الكثافة، لا يوجد مكان غيرها، ولا زمان، ولا مادة أخرى، لا يوجد فضاء تنتقل عبره من حيز إلى حيز، وهي مصمتة بالغة الصلابة، فأي حاجز ستخترق؟ علاوة على أن حدود تلك النقطة "الحاجز" هذا بالغ الصلابة والكثافة، اجتمعت فيه كل مادة الكون وطاقته، فهو حتما ليس بالرقيق القصير جدا بشكل كاف لتجتازه بعض الإلكترونات! كما أن فرق طاقة الإلكترونات مقارنة بطاقة الكثافة التي عليها التغلب عليها فارق هائل جدا!

ثم إن أي تسرب لمادة تلك النقطة عالية الكثافة بشكل غير منضبط سينتج عنه ثقوب سوداء، وفوضى هائلة لن تسمح لكون مصمم أنيق دقيق متجانس ملس مسطح بالنشوء، فإما أن يكون الانفتاق بالغ الدقة والتصميم والتجانس في كل الاتجاهات، أو الفوضى والفشل، ولا شك أن إنتاج كون مسطح ذي هندسة بالغة الدقة لا يمكن أن ينشأ عن تبادلات عشوائية للطاقة غير مدروسة الاتجاه بالنسبة لقوة الجاذبية، فلا بد لأي قوة تفر من عقال الجاذبية أن تكون متجهة اتجاها صحيحا، ومثل هذا لا يحصل بشكل عشوائي أعمى يتجه بأي صورة كيفما حصل، لذلك **فحصول أي جسيم على طاقة فائضة غير متجهة بالاتجاه الصحيح سيكون كارثة عليه**، وسيفضي أمثال هذا على المستوى الكوني إلى ثقوب سوداء لا حصر لها!

قال باول ديفيز: "ولو كان الانفجار الكبير **غير متساو ولو قليلا بحيث يتجاوز معدل التمدد في أحد الاتجاهات المعدل في اتجاه آخر، فسينمو الكون أكثر فأكثر اختلالا مع ابتعاد المجرات الأسرع**، إلا أننا لا نلاحظ ذلك، **فمن الواضح أن للانفجار الكبير الزخم نفسه في الاتجاهات كلها وفي المناطق جميعها في الكون**، وأنه "**مُنَغَّمٌ**" (معير تعييرا دقيقا) **حتى درجة عالية من الضبط، ويبدو هذا محيرا بما يكفي**"[92] وسمات النفق الكمومي هو انتقال بعض الجسيمات واختراقها للحاجز دون بعض، الأمر المخالف لما هو محسوب نتيجة انتظام الكون بعد الانفجار العظيم!

إذن، فالزمن قد "خُلقَ" وبدأ بلحظة الانفجار الكبير، فبه ابتدأت اللحظات الزمنية، والزمن لا ينفك عن المادة والمكان، فلا زمن بدون مكان ولا زمن بدون مادة، لذلك، تخيل "لحظة ما قبل" الانفجار العظيم (تجاوزا نقول لحظة ما قبل لأنه لا يوجد قبلها زمن!)، لم يكن ثمة مكان ولا زمان، لم تكن مادة ولا طاقة، لم يكن حتى ذلك الرتق البالغ في الصغر الذي يحوي المادة والطاقة، ثم وجد الرتق أو كرة اللهب، لم يكن لها "خارج" لأنه ليس ثمة مكان بعد، ثم بدأ المكان يتشكل بشكل محدود، حدوده ما تبلغه تلك المادة الآخذة بالتوسع، أما قبل

---

[92] الجائزة الكونية الكبرى، لماذا الكون مناسب للحياة، Why our universe is just right for life، باول ديفيز ترجمة د. سعد الدين خرفان، ص 80.

ذلك، فإن المادة التي خلقت أول الأمر انطلقت من نقطة بالغة الصغر لها أقصى درجة من الانضغاط، وأقصى درجة من الحرارة، وأقصى درجة من التصلب، وأقصى حد من الجاذبية، لا تتجاوز تلك الحدود التي بدأت منها، إذ لا يمكن استمرار الانضغاط والكثافة والحرارة والتصلب لدرجة أبدية لا حد لها، وكان لا بد من قوة تكسر طوق هذه المتغيرات التي بدأت بقيمة قصوى عالية، فكان لا بد لهذه القوة المتجهة نحو الخارج من إجبار المادة للتغلب على قوة الجاذبية، وأن تبدأ حرارتها بالانخفاض، وضغطها بالهبوط لتبدأ عملية الانفجار الكبير!

وحيث إنه -كما أثبتنا في هذا البحث الدقيق في فصل: "الأكوان المتعددة، والكون الجبار" أنه لا توجد أكوان متعددة، ولا كون جبار، وأثبتنا في فصل: "الكون النواسي، الأكوان الحلقية" أنه يستحيل أن يكون كوننا ناتجا عن حركات توسع وانكماش وانفجار لكون نواسي حلقي، ونثبت في هذا الفصل استحالة أن ينتج الكون عن تذبذبات الكم عبر النفق الكمومي، واستحالة أن ينشأ الكون عن اللاشيء بالمفهوم المخترع من قبل بعض الفيزيائيين مثل ستيفن هاوكينج، واستحالة أن ينشأ الكون عن "بيضة كونية أزلية" فلم يبق إذن إلا أن يبدأ الكون بالخلق من العدم الحقيقي المطلق للمادة والطاقة، وسوف نثبت في هذا الفصل، بأن المادة التي انطلق منها الكون، وصاحب انطلاقها انطلاق المكان والزمان، لا بد أن تكون مخلوقة لا أزلية، لأنها لا يمكن أن تكون منضغطة انضغاطا لا حد له، ولا أن تكون حرارتها بلا حد ابتدائي، ولا أن تكون جاذبيتها بلا حد، فكونها ابتدأت من تلك القيم القصوى من الضغط والحرارة والكثافة والتصلب والجاذبية، فهذا يعني أن لها بداية لم تكن قبلها شيئا، **إذ لو كانت أزلية لاستمر انضغاطها وارتفعت حرارتها وكثافتها وتصلبها وجاذبيتها إلى قيم لا نهائية لا حد لها إطلاقا**، مما يعني **استحالة توسعها و انفكاكها من عقال الجاذبية اللانهائية**، ولا انفجارها، وهذا يعني أنه لا بد أن تكون بدأت بتلك القيم بعد أن لم تكن لها أي قيمة قبل ذلك، أي أنها مخلوقة لخالق بدأ بها الخلق بتلك القيم القصوى! كما أن وجود قوة منافرة للجاذبية متجهة بدقة للخارج، ومعيرة تعييرا منضبطا دقيقا محكما بالنسبة لقوة الجاذبية نفسها لينتج عنها توسع محسوب، يدل على أن قيم كل تلك القوى والمعايير هي قيم محددة وليست لا نهائية!

وبدليل الحاجة لقوة باتجاه الخارج لكسر طوق قوة الجاذبية الهائلة والتغلب عليها، فإما أن تكون هذه القوة المتجهة نحو الخارج موجودة أيضا دائما منذ الأزل، **فلماذا لم تفعل فعلها إذن قبل ذلك**؟ وكيف استطاعت أن تصل لقيم تتغلب فيها على الجاذبية الهائلة بمقدار بسيط منضبط؟ لو كانت منذ الأزل فإما أن تكون أكبر من قوة الجاذبية أو أنها تعادلها أو أنها أقل منها، فإن كانت أقل منها فإن قوة الجاذبية تتزايد فلا تستطيع حينها التغلب عليها، وكذلك لو عادلتها فإنها ستبقى متعادلة معها فلا ينفجر الكون، فلا يبقى إلا أن تكون أكبر منها بمقدار بسيط، فلو كانت أكبر منها منذ الأزل لحصل الانفجار منذ الأزل، لكننا نعلم أنه حصل قبل 13.82 مليار سنة، مما يعني أن المادة لم تكن منذ الأزل في ذلك الرتق ثم "قررت" الانفجار ذاتيا في لحظة ما، **لأن الانفجار مرتهن بوجود قوة متجهة للخارج أقوى من الجاذبية بقليل**! ولأن قيم الضغط والحرارة

والكثافة المحسوبة هائلة، ولكنها ليست في نطاق اللانهاية! بل قيمها عالية لا تدل على انضغاط أبدي، وقد رأينا جانبا من تلك القيم في الجدول أعلاه في فصل كيف بدأ الخلق، وقد رأينا بعضها والتي تبين أنها قيم مقدرة شبه معروفة ليست في نطاق الأرقام الخارقة ضخامة! فهذا يؤكد أنها لم تتكون منذ الأزل!

استحالة أن ينشأ الكون عن تدفقات كم، واستحالة أن ينشأ عن أكوان أخرى!

ثم إن ريتشارد فاينمان قد **نقض** مفهوم **أن يكون الكون نشأ** من خلال **"تدفقات الكم"** بقوله: "من خلال فرضية أن الكون نشأ من خلال التدفقات Fluctuation، فإن كل التوقعات هي أننا لو نظرنا إلى جزء من الكون لم نكن قد رأيناه من قبل، فإننا سنجده مختلطا، ولن يكون كالجزء الذي (القطعة التي) رأيناه للتو، فلو كانت التدفقات هي التي أنتجت النظام **فإننا لن نتوقع وجود النظام في كل مكان بنفس الوتيرة**، بل في المكان الذي لاحظناه فقط، **ولذلك نستنتج بأن الكون ليس نتاج التدفقات**"[93] وقال "الكون الذي نراه ليس نتاج تدفقات، على الأقل، إن أردنا أن نكون أكثر حرصا، **فإننا ننفي أن يكون الكون الذي يقضي معظم وقته في حالة اتزان هو نتاج تدفقات من كون أزلي، فهذا ما لا يكون الكون عليه**، أما ما هو عليه، فيتعين علينا أن نكتشفه"[94] **فهو ينفي الكون النواسي نفيا قاطعا، كما ينفي فاينمان أيضا أن ينشأ الكون من تدفقات، وينفي أزلية الكون**. يقول باول ديفيز: "وما أن دخلت الفكرة العامة للتضخم إلى علم الكون حتى استقرت هناك، ومع ذلك فقد احتوت نظرية "غوث" الأصلية عيبا مميتا، وهو ما دعي بمشكلة الخروج اللائق، **فتخافت حقل** التضخم **عملية كمومية** ولذا فإطلاقه **محكوم بالتذبذبات الكمومية** المعهودة **غير المتنبأ بها**، ونتيجة لذلك، فهي تتخافت بأوقات مختلفة في أماكن مختلفة، على شكل فقاعات **موزعة بشكل عشوائي**، فقاعات من فضاء أي فقاعات تخافت فيها حقل التضخم، محاطة بمناطق من الفضاء لم يتخافت فيها، وستتركز الطاقة المطلقة من حقل التضخم المتخافت في جدران الفقاعة، وسيؤدي اصطدام الفقاعات إلى إطلاق هذه الطاقة على شكل حرارة، **لكن العملية ستكون عشوائية تماما وستولد عدم التجانس** مقدار ما صمم التضخم لإزالته".[95]

---

[93] p224 Feynman quote. "From the hypothesis that the world is a fluctuation, all of the predictions are that if we look at a part of the world we have never seen before, we will find it mixed up, and not like the piece we just looked at. If our order were due to a fluctuation, we would not expect order anywhere but where we have just noticed it.." "We therefore conclude that the universe is *not* a fluctuation," Feynmam Lectures on Physics, Vol 1 p 46-8 **From Eternity to Here**; **also: Cosmology and the arrow of time: Sean Carroll at TEDxCaltech Min 12**

[94] pp 226 "The universe we see is not a fluctuation - at least, to be more careful, a statistical fluctuation in an eternal universe that spends most of its time in equilibrium. So that's what the universe is not; what it is, we still have to work out." **From Eternity to Here**;

[95] الجائزة الكونية الكبرى، لماذا الكون مناسب للحياة، Why our universe is just right for life، باول ديفيز ترجمة د. سعد الدين خرفان، ص 89.

كان هذا الكلام لبيان مشكلة عويصة تتعلق بنموذج الكون الانتفاخي الذي قدمه آلان غوث، والمشكلة ذاتها تتعلق بتولد الكون عن تدفقات الكم، إذ إن تماثل المناحي الذي نراه ينتظم الكون كما أثبتنا، يدل على أن ذلك لا يمكن أن يكون نتاج عمليات عشوائية كالتي تحصل في تدفقات الكم!

النموذج الثالث: نموذج النفق الكمومي (هارتل-هوكينج)

يفترض أن الكون نشأ كنفق كمومي من حالة "لا زمنية."

النقد: هذا الافتراض يعتمد على وجود قوانين رياضـــية تحكم الانتقال، أي أن القوانين ســـبقت الكون، وهذا ينقض فكرة النشوء التلقائي الكامل.

الكونية الكمومية:

لقد ناقشنا طرفا من المشاكل التي تعترض فيزياء الكم حين تطبق على المقياس الكوني والعياني، وافتقادها لعناصـــر هامة تمكنها من ذلك التطبيق، ومع ذلك، فإن هذه العقبات الكأداء لم تمنع بعض الفيزيائيين من العمل في هذا المجال، يقول باول ديفيز: "فقد حاجج جون ويلر John Wheeler في الســتينات بأن عدم اليقين الكمومي ســيزيل المنفردة ويســتبدل الانحناء اللامتناهي للزمكان بشــيء ألطف وأكثر تعقيدا،... ومن البداية يجب عند التعامل مع الثقالة الكمومية تطبيق الميكانيك الكمومي على الزمكان وليس على المادة، وهذا يثير مشاكل تقنية وفكرية عميقة[96]. وحتى لو أمكن التغلب على هذه الصعوبات، ستبقى مشكلة طبيعة الحالة الكمومية للكون[97]، ولفهم هذه المشــكلة فكّر بنظام بســيط جدا يحتاج شــرحه للميكانيك الكمومي، ذرة الهيدروجين، حيث يصف الميكانيك الكمومي بدقة كيف أن الإلكترون الذي يدور حول البروتون يمتلك بعض الطاقات الكمية فقط، وتبدأ مستويات الطاقة هذه عند الحالة الأسـاسـية –حالة أخفض تشكيل للطاقة- وتستمر في سلسلة من الحالات المثارة الأكثر طاقة، ولذا فللتنبؤ بتصرف ذرة هيدروجين محددة من الضروري تحديد الحالة الموجودة فيها أولا بالضــبط، وعلى ســبيل المثال إذا كانت الذرة في الحالة الأســاســية فســتبقى ببســاطة هناك، لكنها في أحد الحالات المثارة الأعلى فســيقفز الإلكترون هابطا إلى الحالة الأســاســية مُصــدرا فوتونا أو أكثر، إن خيارات الحالة الكمومية لذرة الهيدروجين غير محدودة (يمكن للإلكترون على سبيل المثال أن يكون في واحد من عدد لا متناه من مستويات الطاقة العالية)، وبالمثل!!! فقد يكون الكون بكامله في واحد من عدد لا محدود من الحالات الكمومية المختلفة، مما ينتج نتائج مختلفة من خيارات مختلفة، وهذا لا يساعد كثيرا، لذا أية حالة كمومية يوجد عليها الكون فعلا؟

اقترح ســتيفن هاوكينج بالتعاون مع جيمس هارتيل في أوائل الثمانينات أنه قد تكون هناك حالة كمومية "طبيعية" خاصة بالكون، -نوع من الحالة الأساسية-، وقد عبرا عنها بنموذج رياضي خاص.

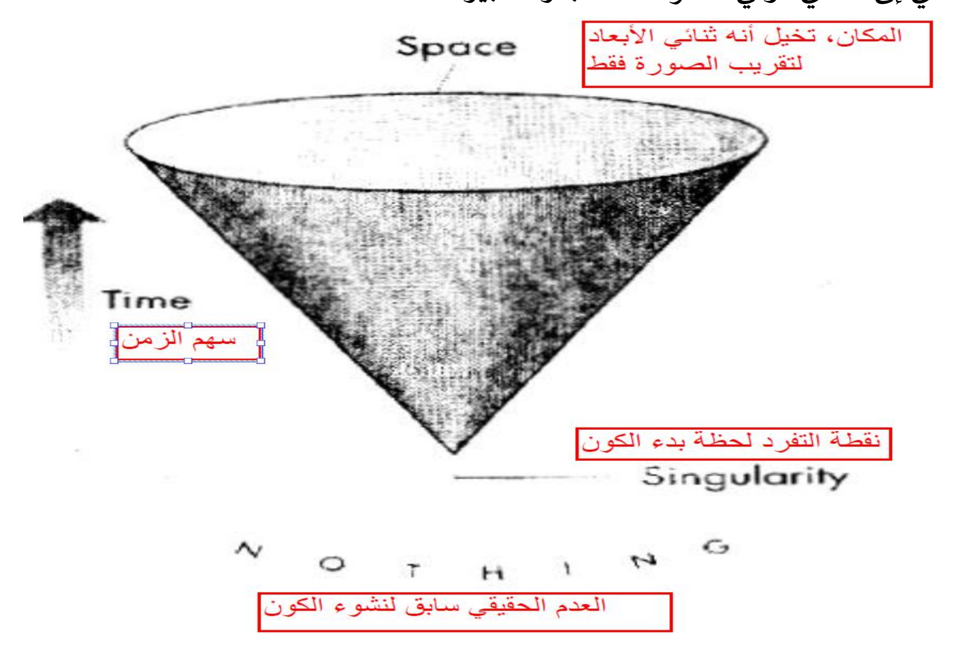
---

[96] إذ إنه تقرر أنه في الفيزياء لا مكان ولا زمان ولا قوانين للفيزياء إلا بمادة!

[97] فإذا كانت الحالة الكمومية لذرة هيدروجين مسألة بالغة التعقيد، فكيف بحال الحالة الكمومية للكون كله؟

ويمكن إعطاء فكرة تقريبية عنه بواسطة صورة، إن الخاصة الرئيسة للحالة المختارة هي الطريقة التي "ينشر بها" عدم اليقين الكمومي المكان والزمان، وبتطبيقها على جسيم كالإلكترون فإن عدم اليقين الكمومي يعني أن مكانه وحركته غير محددتين نوعا ما، وبتطبيقها على الزمكان يتبنأ عدم اليقين الكمومي أن المكان والزمان نفسيهما غير محددين نوعا ما، تنتشر النقاط في الفضاء، واللحظات في الزمان، لكن الأكثر من ذلك أن الغموض الكمومي يعني **توزيع** الكيانات المستقلة للزمان والمكان، دعني أشرح ما أعنيه بهذا، في الحياة اليومية المعتادة فإن الزمان هو الزمان، والمكان هو المكان، ليس هناك أي تناقض، على الرغم من أن الزمان والمكان هما تقريبا الشيء ذاته لكونهما جزءا ومقدارا من زمكان واحد، ولكن في الحقل الكمومي **تصبح هويتهما المحددة مشوشة**، في بعض الأوقات تتصرف فترات من الزمان مثل مجالات من المكان والعكس صحيح، يصبح المكان شبيها بالزمان ويصبح الزمان شبيها بالمكان،

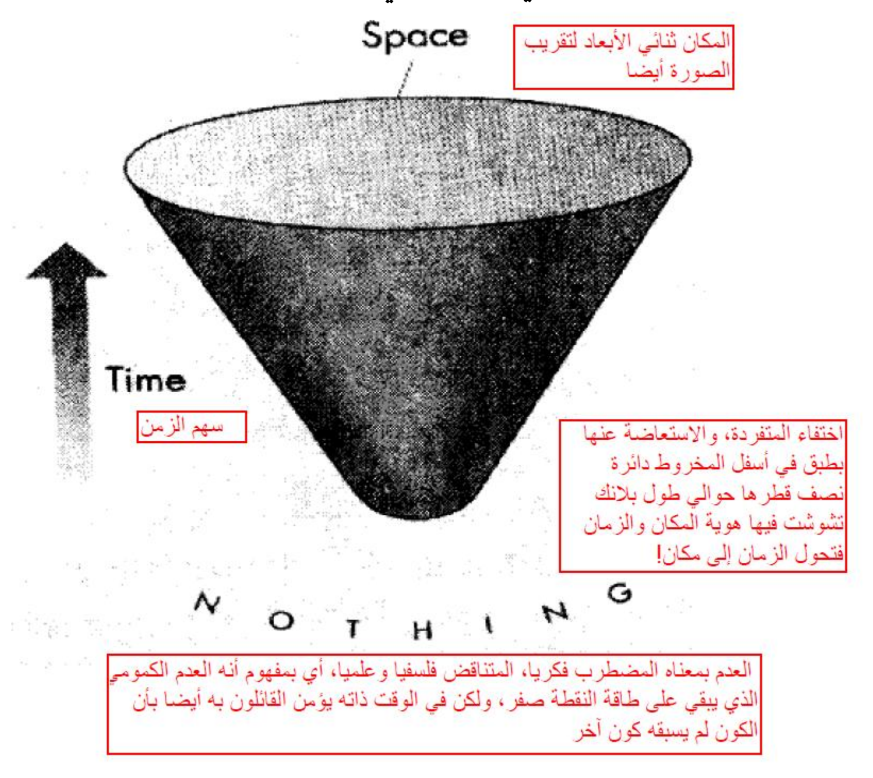
إن **أزمة الهوية** الناجمة عن ذلك -تذبذبات كمومية في المكانية والزمانية- صغيرة جدا: في الحقيقة فإنها محصورة إلى حد قريب أو بعيد بأطوال بلانك وأزمانه، ولكنها يمكن أن تكون ذات أهمية بالغة في إطار نشأة الكون. -والكلام كله لباول ديفيز، شارحا رأي هارتيل- هاوكينج-، ولفهم كيف تتضمن الحالة الكمومية لهارتيل- هاوكينج تشتت زمان ممكن- مكان ممكن، أنظر **الشكل رقم: (35)** والذي يمثل تخطيطا للكون المتمدد، يمثل الزمان (سهم الزمن عاموديا (شاقوليا))، ويمثل المكان بشكل أفقي ثنائي الأبعاد، أي أنه مكان مغلق، يمكننا بنظرة خاطفة أن نرى أن الكون يتمدد لأن نصف قطر الكرة يزداد مع الزمن، فهو يتقلص بالعودة للماضي إلى لا شيء وهي منفردة الانفجار الكبير.



الشكل رقم: (35) المنفردة عند مولد الكون في نموذج الانفجار الكبير القياسي المؤسس على نظرية النسبية العامة لآينشتاين، المصدر: الجائزة الكونية الكبرى، باول ديفيز ص 111

أما في التصـــور الكمومي، فنتيجة لتأثير عدم اليقين الكمومي يتحول شـــكل المخروط قرب قاعه بدلا من النقطة الحادة اللامتناهية والتي تمثل منفردة الزمكان يتحول إلى طبق مدور، يبلغ نصـــف قطر هذا الطبق حوالي طول بلانك، (أي حوالي 10 ^-33 سـم) ولهذا فهو صـغير جدا بالمقاييس البشـرية لكنه ليس صـفرا، وهذا هو الفرق بين النظرية الكمومية والمنفردة التي نشـأ عنها الانفجار الكبير، فلقد أزاح هاوكينج- هارتيل المنفردة في هذا الوصف.

وبالترجمة إلى لغة الزمكان، واســتخدام الرجوع بالزمن عكســيا من الكون الحالي إلى الكون قرب لحظة الصـفر فإن هذا الشـكل يصـف كونا يتقلص باسـتمرار نحو نصـف قطر يسـاوي الصـفر ومن المقدر أن يصـله في زمن محدد متنبأ به، لكن قبل أن يتم هذا الحدث الوحيد المنتهي (قبله بزمن بلانك تقريبا أي 10 ^-43 ثانية) يبدأ الزمان نفسه بالتشتت بسبب مشكلة الهوية ليبدأ بتبني مواصفات أكثر فأكثر شبها بالمكان،



الشكل رقم: (36) الأصل الكمومي للكون بحسب هارتيل- هاوكينج الكون محاط في الماضي ولكن لا يوجد هناك منشأ من منفردة وحيدة انبثق الزمان منها فجأة، لكن الزمان أصبح شبيها بالمكان باستمرار البداية نتيجة لتأثيرات الميكانيك الكمومية، المصدر الجائزة الكونية الكبرى، باول ديفيز ص 113

لا ينقلب الزمان فجأة إلى مكان، فالنموذج الرياضـــي المقترح من هارتيل- هاوكينج يتكفل بذلك، لكنه يتلاشى باستمرار، وفي "أسفل الطبق" يصبح الزمان شبيها كاملا للمكان، وباستخدام مصطلح الزمان المتجه إلى الأمام، فإن هذا يعني أنه عند **بدء الكون** **كانت هناك حقيقة أربعة أبعاد للمكان** **حوّل أحدها نفســه إلى**

زمان[98]، لم يكن هذا التحول عملية "انقلاب" فجائي للزمان على الرغم من أنها كانت بحسب المقاييس البشرية عملية سريعة جدا، واستغرقت حوالي زمن بلانك واحد (أو أنها بالأحرى كانت ستفعل لو وجد الزمان نظاميا)، لكن المهم أنها لم تكن لحظية، لقد استبدلت النشأة الوحيدة للكون -وهي الحادث بلا سبب[99] التي بدت وكأنها تضع نشأة الكون خارج نطاق العلم[100]- في هذه النظرية بنشأة متدرجة ناعمة تخضع لقوانين الفيزياء في كل مكان.

ما مدى جدية وصف هارتيل- هاوكينج لنشأة الكون؟ **ليست جدية تماما في نظري** (والكلام لباول ديفيز)، إن قيمتها تكمن بصورة رئيسة في أنها تطلعنا على ما يمكن أن تكون عليه نظرية فيزيائية حول نشأة الكون "**من لا شيء**"[101] وبما إذا كانت النظرية كما صيغت صحيحة أم لا، فإنها تبين كيف يمكن للمرء أن يمر برشاقة بين

---

[98] في ظل انطلاق هذا التفسير كله من فصل المادة عن الزمكان، وهو فصل خطأ أصلا، فلنا أن نتساءل: لماذا لم تكن الأبعاد الأربعة أبعادا للزمان، وانفصل المكان بثلاثة عنها، فنتج كون فيه ثلاثة أبعاد للمكان وبعد واحد للزمان؟ أو لماذا يفترض النموذج أن بعد الزمن هو الذي كان أصلا عبارة عن بعد مكاني؟ لم لم يكن هناك بعدان زمانيان وآخران مكانيان، فنتج عن ذلك بعد واحد زماني وثلاثة أخرى مكانية، مما يفضي إلى دحض تجاوز نقطة البداية الزمانية وإثباته! لا شك أن اختيار المتغيرات والتحكم بصورة واحدة **تتفق مع النتيجة الموضوعة سلفا** وهي نتيجة **محاولة الالتفاف على البداية الزمنية**، هو **تحكم من غير دليل**! ويمكن نقضه بأي افتراضات أخرى ينتج عنها تثبيت البداية الزمنية!

[99] هذا تعبير باول ديفيز، **وهو تعبير خطأ** سبق نقاشه وبيان أن الكون **لا يمكن أن ينشأ من غير مُسبِّب**، ويعود افتراض ديفيز للمعضلة التي تتعلق ببداية الزمن، وبالتالي فتعلق الطاقة السببية بالمُسَبَّبِ أي بالكون لإيجاده يفترض أنه سبقتها "فترة زمنية" بدأت فيها الفعالية السببية بالتأثير حتى نتج الكون، ولكن بداية الكون هي بداية الزمن، فكيف سبقتها لحظة زمنية؟ هذا هو الإشكال في ذهن ديفيز، وهو يشبه أي إشكال مشابه يتعلق بأسئلة مثل: لماذا خلق الله الكون في هذه اللحظة بالذات؟ ماذا كان قبلها؟ وهل خلق الله الكون منذ الأزل؟ وهل تعلقت إرادة الله بالكون منذ الأزل وأنجزته في لحظة ولادة الكون؟ ومثل هذه الأسئلة التي يقع سائلوها في مشكلة عدم فهم طبيعة الزمن، **فالزمن لا يوجد إلا بوجود المكان والمادة، فهو مخلوق، وليس بملعب تجري فيه الأحداث**، وقد أجبنا عليه بأن الزمن بدأ ببداية الكون فلا لحظات زمنية قبلها، وأن الكون لو كان نشأ ذاتيا بسبب فيزيائي طبيعي لحصلت المعضلة، ولكنه كان في طي العدم الفلسفي الفكري المحض الخالص، وأوجده الله تعالى بقوله: كن، فيكون أي أنه **خلقه بعد أن لم يكن**، **خلق المادة والطاقة والزمان والمكان في نفس اللحظة بأمر من الذات الإلهية**، فلم يحتج لزمن سابق ولا لمادة خام تتشكل منها مادة الكون التي كانت عدما حقيقيا قبل ذلك، ولم يكن ثمة فضاء يتوسع فيه الكون الذي انطلق في تلك اللحظة بل تشكل المكان أيضا بتشكل الكون وبدأ الكون يتوسع وبتوسعه يتشكل الفضاء والمكان، لذلك فلا يصح القول بأن الكون نشأ بدون سببية! ولا يجوز قياس فعل الله بصفات المخلوقين، فحين كتبتُ هذا الكتاب مثلا توجهت طاقاتي الفكري للبحث والتفكير ومن ثم ترجمت ذلك على صورة أبحاث ومواضيع ومسائل، وانتهى الأمر بصدور هذا الكتاب، فسبقت الفعالية السببية مرحلة من التفكير والتخطيط ثم التنفيذ بتسليط طاقاتي الفكرية لكتابة الكتاب، ومن ثم انتهت الفعالية السببية بصدور الكتاب، لكن أفعال الله تعالى لا تقاس بهذه الطريقة، فهو خالق قادر يخالف المخلوقات في صفاتها، ولا يشبهه شيء، لأنه إذا أشبه المخلوقات في صفاتها فإنه سيكون محتاجا وناقصا وعاجزا وسيحتاج حينها لخالق يعوض ذلك النقص، وهذا يدخلنا في سلسلة لا نهائية من الخالقين، والتسلسل باطل، فيقتضي وقفه عند خالق واحد قادر لا يشبه المخلوقات.

[100] ما يريد باول ديفيز قوله هو أن نسبية آينشتاين، وقوانين الفيزياء تنهار ولا تطبق في نقطة التفرد، وإن كانت تتنبؤ بضرورة وجودها، وبالتالي فهل يقف العلم عند الأجزاء متناهية الصغر من الثانية الأولى لنشأة الكون ولا يصل إلى تلك اللحظة الصفر بالضبط؟ ولا يفسر ما قبلها؟ ذلك هو الدافع الذي دفع هاوكينج وهارتيل للبحث عن بديل لا تتعطل عنده قوانين الفيزياء، فكان حلهم بأن يبطلوا اللحظة صفر نفسها، فإذا لم يعد هناك لحظة الصفر، فقوانين الفيزياء لا تتعطل ويمكن للعلم أن يبدي رأيه في أي لحظة زمنية في تاريخ الكون!!

[101] مفهوم اللاشيء هنا ليس هو مفهوم العدم الفلسفي الفكري أي نقيض الوجود، ولكنه مفهوم طاقة النقطة صفر، نشوء الكون عن تذبذبات الكم، وهي مخادعة فكرية خلعت على "شيء" يتذبذب اسم "لا شيء" **وكيف سيتذبذب اللاشيء إلا أن يكون شيئا قبل ذلك**؟ وكم نحتاج من هذا "اللاشيء" كي نحصل على تذبذبات تكفي لخلق "جسيمات افتراضية" تملأ الكون بكل هذه المادة والطاقة، فكما ترى فهي كلها قضايا تناقض

عوائق مسألة مستحيلة ظاهريا، وقبل عمل هارتيل – هاوكينج افتُرض إما أن الكون قد وجد دوما بشكل أو بآخر أو أنه كانت هناك لحظة أولى في الزمن[102]، وهي لحظة وحيدة "بدأ منها" الزمان بدون سبب، لكن كون هارتيل- هاوكينج يعطي المرء كعكته الكونية ويدعه يأكلها في الوقت نفسه، لأنه يمتلك خاصتين متناقضتين ظاهريا، فهو **من جهة محدود في الماضي**، -لا يمتد الزمن رجوعا إلى اللانهاية- **ومن جهة أخرى لا يمتلك لحظة خلق محددة جيدا**، ويمثل قعر الطبق في الشكل بمعنى ما الحد السابق للزمان من غير أن يكون لحظة أولى!

دعني أكرر بأن اقتراح هارتيل- هاوكينج لا يصف كونا كان موجودا على الدوام [أي أنه لا يصف كونا أزليا]، فلا زال هناك انفجار كبير، **ولم يوجد أي كون قبله ولو لميكرو ثانية**، لكن المحاولات **لتحديد اللحظة الأولى** فشلت إذ إنها **ضاعت في عدم اليقين العام للميكانيك الكمومي**! إن السؤال عما حدث قبل الانفجار الكبير –وما يوجد تحت الطبق- أمر عقيم! وبحسب كلمات هاوكينج نفسها فإن هذا يشبه السؤال عما يقع شمال القطب الشمالي[103]؟ الجواب: هو لا شيء ليس لأن ارضا سرية من لا شيء هناك، ولكن لأن الحقبة "قبل الانفجار الكبير" مثل المنطقة "شمال القطب الشمالي" ببساطة غير موجودة.

على الرغم من الترحيب بهذا التطور في إزالة النشأة السحرية للكون –دون التعارض مع مشكلة الكون الأزلي- إلا أن نظرية هارتيل- هاوكينج والمحاولات العديدة الأخرى التي بذلت لوصف الكون بحسب الميكانيك الكمومي **تصطدم بمسألة مبدئية عميقة أخرى** وهي: إما أن تكون نشأة الكون حدثا طبيعيا أو أنها حدث فوق الطبيعي (وأعني بالثاني أنه لا يوجد تفسير كامل من داخل العلم وحده)، ولكن بأي مبرر نستطيع إعلانه حدثا طبيعيا إذا كان قد حدث لمرة واحدة فقط؟ إن الحدث الطبيعي هو الذي يمكن أن يحدث حسب قوانين

العقل والمنطق، ولا تستند إلى رصيد أكبر من بضع معادلات رياضية على الورق، بدأت بافتراضات فيها الكثير من الثغرات الفكرية والعلمية، وصفها ديفيز ب"مشاكل تقنية فكرية عميقة"!

[102] أي لم يكن ثمة إلا احتمالين، إما أن الكون أزلي لا بداية له، أو أنه حادث له بداية زمنية، **فجاءت "فذلكة" هارتيل- هاوكينج لتضيف التفافا يفضي لرأي ثالث! ليس بالأزلي، ولكن لا بداية له!** لذلك وصفها بالمثل المشتهر في الغرب بأنك: لا تستطيع أن تأكل الكعكة وتحتفظ بها في الوقت نفسه! فقال بأن **مقتضى تفسيرهما هو أنك تأكل الكعكة وتحتفظ بها في الوقت نفسه، وهو تناقض فكري لا مثيل له**!!

[103] الغريب حقا أن ستيفن هاوكينج نفسه هو من رد على هذه المعضلة ردا صحيحا، فقال: تساءل الفيلسوف عمانويل كانت في كتاب "نقد العقل الخالص" سنة 1781 عن التناقضات التي تنشأ عن الحجج التي تؤدي للإيمان مع نقائضها، وحجته للدعوى بأن الكون غير أزلي وله بداية هي أنه لو كان الكون بلا بداية فسيكون هناك فترة زمان لا نهائية قبل أي حدث، مما اعتبره منافيا للعقل، وحجته للدعوى النقيضة أي أنه لو كان للكون بداية فإنه سيكون هناك فترة زمان لا نهائية قبله، وإذن فلماذا ينبغي أن يبدأ الكون عند أي لحظة معينة؟ فالحجج العقلية تناقض بعضها لديه! ومن الطريف أن يرد عليه ستيفن هاوكينج: "والحيقية أن قضيتيه لكل من الدعوى ونقيضها هما في الواقع نفس المحاجة، فكلاهما تأسس على افتراض لم ينطق به، **بأن الزمان يستمر وراء الأزل سواء كان الكون قد وجد أو لم يوجد دائما، وكما سوف نرى فإن مفهوم الزمان لا معنى له قبل بدء الكون!**" انتهى قول هاوكينج، تاريخ موجز للزمان لستيفن هاوكينج ص 19-20. ترجمة للعربية: مصطفى فهمي. 1987، ومقتضى كلامه أن السؤال فارغ عن زمن قبل خلق الزمن نفسه الذي اقترن بخلق المادة والمكان، وأنه يوجد بوجودهما، لذلك فهو وقع هنا في نفس الإشكال الذي وقع فيه كانت حين تساءل ماذا وراء القطب الشمالي، وبدلا من أن يقول لا يوجد شيء وينتهي الإشكال، ويتوقف البحث! أخذ بمحاولة الالتفاف على المسألة ليبدأ الزمن لديه من سابق له هو اتحاد الزمان بالمكان وانفصاله عنه بالهوية!!! **فأراد البرهنة أن شمال القطب الشمالي يوجد أرض مختفية في هوية أخرى هي هوية المكان الذي تحول إلى زمن**!

الطبيعة باحتمال أكبر من الصـــفر، وهي طريقة حذرة للقول أنه إذا أمكن **لكون أن يقفز إلى الوجود "من لا شـيء" بفضـل قوانين الفيزياء فيمكنه أن يفعل ذلك ثانية وثالثة** وهكذا، وكما أوضـح الفيلسـوف الكندي جون ليزلي فسـيكون من المســتغرب جدا أن تحمل العملية الفيزيائية التي وقفت وراء حادثة خلق الكون العنوان "**عملت هذه العملية لمرة واحدة فقط**"، وبعبارات أخرى، فمهما كانت النظرية الفيزيائية التي قد يقدمها المرء لوصـف نشـأة الكون، فإن النظرية ذاتها تصـف نشـأة أكوان أخرى عديدة –حقا، نشـأة عدد لا محدود من الأكوان[104]" انتهى قول ديفيز.

تلخيص غير مخل لنظرية كون من لا شيء:

- [الكون ليس بالأزلي، ولكن لا بداية له!
- والفراغ الذي يتكون من حوالي 17 نوعا من الجسـيمات والحقول والمجالات والطاقات في الواقع هو "لا شيء" لأنه فراغ،
- ومع أن تذبذات الكم لا بد أن تنشـأ عن شـيء يتذبذب، ولها خصـائص ومعادلات معروفة جدا! بناء على أنها متعلقة "بشـيء"، أي خصـائص معروفة حتى نطبق عليه خصـائص الأشـياء التي "تتذبذب"، ولولا ما يشـغر هذا الفراغ من أشـياء لما تذبذب الفراغ! فإن قيل إن الفراغ ليس بشـيء، فهل له خصـائص أم ليس له؟ فإن كان له خصـائص فهو شـيء، ومع ذلك يتجاهلون هذا ويقولون: ولكن الكون كله نشأ عن تذبذبات اللاشيء!
- وهذا اللاشـيء لم يكن شـيئا قبل الانفجار العظيم، ولكنه تذبذب بعد أن كان شـيئا (فراغا مشـغورا يشـغر المكان الذي تشـكل نتيجة توسـع الكون) لينتجَ الكونُ عن تذبذبه قبل ذلك أي قبل أن يوجد الكون وقبل أن يتوسـع الكون، وقبل أن يوجد المكان الذي كان لا بد للفراغ من أن يشـغره حتى يستطيع أن يتذبذب!
- هذا الشـيء/اللاشـيء لم يكن يمتلك طاقة يسـتطيع معها أن يتذبذب، لأن الطاقة لم تكن موجودة أصـلا، لكنه فعلها وتذبذب، وقد فعلها بأن اقترض الطاقة من المسـتقبل قبل أن تخلق الطاقة! وقبل أن يخلق المستقبل أو الحاضر!! اقترضها وتذبذب كي يوجد المادة والطاقة التي سيقترض منها رغم أنها قبل ذلك كانت "لاشـيء"! ثم رجع وأعادها قالبا سـهم الزمن بالاتجاه المعاكس مخالفا للقانون الثاني للديناميكا الحرارية!]

[104] الجائزة الكونية الكبرى، لماذا الكون مناسب للحياة، Why our universe is just right for life، باول ديفيز ترجمة د. سـعد الدين خرفان، ص 108-114 نقل شبه حرفي بتدخل بسيط جدا.

نظرية هاوكينج – هارتيل رياضيات وفيزياء فاشلة فشلا ذريعا وكارثيا:

لقد اصطدمت هذه النظرية بمشاكل أخطر! ولعل أخطرها هو أن رياضياتها، وفيزياءها الذي بنيت عليهما خطأ محض وكارثة بكل معنى الكلمة!

في مقالهم لعام 2017، الذي نُشر في دورية Physical Review Letters، تناول الدكتور نيل توروك Neil Turok، ومؤلفون أخرون مشاركون مقترح هارتيل وهاوكينج "بلا حدود" no-boundary proposal بتقنيات رياضية جديدة تجعل توقعاتهما (هارتيل وهاوكينج)، في نظرهم، أكثر واقعية من ذي قبل. لكنهم قالوا: "اكتشفنا أنها فشلت **فشلا ذريعا**". قال توروك: "لم يكن من الممكن ميكانيكياً أن يبدأ الكون بالطريقة التي يتخيلها"، لقد فحص الثلاثي رياضياتهم واستفسروا عن افتراضاتهم الأساسية قبل طرحها أمام الجمهور، لكن "لسوء الحظ، بدا أنه لا مفر من ذلك. **كان اقتراح هارتيل هاوكينج كارثة**" وهم يعنون مقترح أن الزمان كان بعدا من أبعاد المكان ثم انفصل عن المكان وبدأ به الزمن.

وفوق ذلك، تمضي الكوارث والفضائح لأكثر من هذا، "إذ إن المشكلة هي أن تكامل المسار لجميع تواريخ التوسع المحتملة معقدة للغاية ولا يتجزأ، بحيث لا يمكن حسابه بالضبط. في ظل إمكانية وجود عدد لا يحصى من الأشكال والأحجام من الأكوان، ويمكن أن يكون لكل منها شأن فوضوي. قال هارتيل: "اعتاد موراي جيل مان Murray Gell-Mann أن يسألني"، في إشارة إلى الفيزيائي الراحل الحائز على جائزة نوبل، "إذا كنت تعرف دالة الموجة في الكون، لماذا لا تكون غنيًا؟" "if you know the wave function of the universe, why aren't you rich?" إذ إنه من أجل حل معادلة دالة الموجة باستخدام طريقة فينمان Feynman، كان على هاوكينج وهارتيل تبسيط الموقف بشكل جذري، متجاهلين حتى الجزيئات المحددة التي تسكن عالمنا (يعني تجاهل المادة نفسها!) (**مما يعني أن صيغتها لم تكن قريبة من القدرة على التنبؤ بسوق الأوراق المالية!**)[105]. علاوة على أن يكون لها القدرة على التنبؤ ببدء الكون!

الخلاصة:

- يتبين من تحليلنا أن فرضية هاوكينج-هارتل(Hawking-Hartle no-boundary proposal)، والتي تُعد من أبرز الأطر النظرية الداعمة لفكرة "نشوء الكون من لا شيء"، ما تزال تعاني من إشكالات مفهومية وتجريبية كبيرة. فهي تفتقر إلى الدعم التجريبي الحاسم، وتعتمد على شروط لا يمكن اختبارها ضمن الفيزياء الحالية، مما يجعلها موضع شكّ منهجي واسع بين الفيزيائيين.
- كما أظهرنا أن **تأثير كازيمير**، والذي يُستشهد به أحيانًا كدليل تجريبي على وجود طاقة الفراغ، يمكن تفسيره بدقة تامة باستخدام تحليل قوى التداخل بين الشحنات والموصلات دون الحاجة

---

[105] Physicists Debate Hawking's Idea That the Universe Had No Beginning, Mike Zeng for Quanta Magazine. "it just seemed to be inescapable that the Hartle-Hawking proposal was a **disaster**."

إلى افتراض طاقة النقطة صفر. وقد بيّن الفيزيائي **R. L. Jaffe** أن تأثير كازيمير لا يثبت بالضرورة واقعية تذبذبات الفراغ، بل يمكن اشتقاقه بالكامل في إطار الديناميكا الكهربائية الكمية (QED) بدون هذا الافتراض.

- وعليه، فإن الزعم القائل بأن طاقات نقطة الصفر (Zero-Point Energy) حقيقية بشكل مادي مستقل ما زال موضع جدل. فحتى الآن لا توجد أدلة تجريبية مباشرة تقطع بصحة هذا الافتراض، خصوصًا أن مساهمة طاقة نقطة الصفر في الجاذبية وانحناء الزمكان، كما تُحسب في نظرية النسبية العامة، تؤدي إلى كثافات طاقة مهولة تتناقض مع الرصد الفلكي لهيكل الكون وتمدد خلفيته الإشعاعية.
- كذلك، فإن الصورة الشائعة لتفاعلات الحقول الكمومية بوصفها تبادلًا للجسيمات "الافتراضية" بين الجسيمات الحقيقية، هي تبسيط مفرط يُستخدم لأغراض تعليمية، ولا تعبّر عن البنية الرياضية الحقيقية لنظرية المجال الكمومي. وقد أشار العديد من الفيزيائيين المتخصصين في الأسس النظرية) مثل F. Wilczek و (M. Peskin إلى أن هذه الصورة لا يجب أن تُؤخذ حرفيًا.
- وفي ظل الغياب الكامل لأي نموذج ناجز للجاذبية الكمومية، تبقى كل المحاولات الرامية إلى دمج الجاذبية ضمن إطار كمي في مهدها، ولم تُنتج حتى اليوم نظرية متماسكة أو قابلة للاختبار تُفسّر دور الجاذبية في لحظة نشوء الكون، أو توضح بدقة كيف يرتبط ثابت بلانك للكتلة بالمقاييس الكونية.
- وقد بينّا أن طاقات التذبذب الكمومي لا يمكن أن تُفهم إلا ضمن سياق بنية مادية أو حقلية يتذبذب فعليًا، وهي تابعة لشروط ومعادلات محددة، وليست كيانات حرة مستقلة الوجود.
- أما المعادلات التي يُبنى عليها خطاب "الكون من لا شيء"، فهي إما تعاني من مشاكل رياضية حادة عند الاقتراب من التفرد(singularity)، أو لا تُقدِّم وصفًا ديناميكيًا مقنعًا لبداية الكون من العدم بالمعنى الفلسفي. بعضها، كما في نموذج النفق الكمومي أو التذبذبات الكمومية، يقوم على فروض لا يمكن التحقق منها تجريبيًا، وأحيانًا على إسقاطات فلسفية أو لغوية تُلبس "الفراغ" صفات "العدم"، في حين أنه – في الواقع – يحوي بنية فيزيائية نشطة (حقول، جسيمات، ثوابت).
- وهذا يقود إلى ضرورة التمييز الدقيق بين مصطلحات مثل "العدم الفلسفي" (الذي يعني غياب تام للمكان والزمان والمادة والقوانين) و"الفراغ الكمي" (الذي هو نظام ديناميكي معقد يحتوي

على 17 نوعًا من الحقول والجسيمات في النموذج القياسي)، واعتبار الخلط بينهما **خطأً فلسفيًا ومنهجيًا فادحًا**.

- لذلك، فإن الادعاءات القائلة بأن العلم الحديث "أثبت" أن الكون نشأ من لا شيء، أو أن وجود خالق لم يعد ضروريًا لتفسير نشأة الكون، ليست سوى **تفسيرات فلسفية للفيزياء**، وليست نتائج علمية تجريبية حاسمة، بل إن هذا الخطاب العلمي الشائع يعاني من **مغالطات مفهومية ولفظية، ومن إسقاطات رياضية على الو اقع دون تحقق تجريبي**، وهو ما يُفقده صفة الحسم العلمي.
- وبناءً على ما سبق، فإن **نشــوء الكون من العدم الحقيقي – بلا مادة، ولا طاقة، ولا زمان، ولا مكان، ولا قو انين – يبقى اســتحالة منطقية وعلمية** في ظل المعارف المعاصــرة، ما لم يُفترض مبدأ علّي سابق لهذا الحدث. وحيث إن البدائل المطروحة تعجز عن تفسير أصل القوانين والمادة والاتجاه الزمني، فإن **تفسير الخلق بانفجار منظم من نقطة محددة بقيم أولية محسوبة بدقة، لا ينسجم إلا مع فرضية الخلق المقصود والمعلل، لا مع ولادة عشو ائية من فراغ كمومي مُفترض.**

دفن فكرة إمكانية نشوء الكون من النفق الكمومي أو من تذبذبات الفراغ إلى الابد:

لاحظ أن ميكانيكا الكم لا تُنتج شـيئًا من "العدم الحقيقي" بالمعنى الفلسـفي. فحتى تحدث التذبذبات الكمومية أو التدفقات، لا بد من وجود شيء مادي يتذبذب: مجال، جسيم، أو طاقة. وبالتالي، فإن القول بأن "شـيئًا نشـأ من لا شيء" هو مراوغة لغوية. فالفراغ الكمومي، حسب النظريات المعتمدة، ليس "لا شيء"، بل هو حالة فيزيائية نشطة تحتوي على حقول كمومية (كالفراغ فيQFT)، ويمكن أن تُنتج منها جسيمات افتراضية عبر تذبذبات مؤقتة، لكن لا يمكن إطلاقًا اعتبارها "عدما."

أولاً:

إذا قيل إن الكون نشأ من تذبذبات الفراغ، وكان المقصود بالفراغ هنا حالة من حالات كون سابق، فإن هذا يقود إلى نموذج "الكون الدوري"، والذي يُناقض قانون الديناميكا الحرارية الثاني (زيادة الإنتروبي بمرور الزمن). فعلى المدافعين عن هذه النظرية أن يبيّنوا كيف يتم تجنب تراكم الإنتروبي بين الدورات، وكيف يتم استعادة الطاقة الضائعة، وهذا ما لم تنجح أي نظرية حتى الآن في شرحه. كما أن الفيزيائي ريتشارد فاينمان – وهو أحد مؤسسي QED – استبعد إمكانية نشوء كون منتظم عالي الدقة من مثل هذه الحالات العشوائية أو التذبذبات.

ثانيًا:

إذا قُدّم أن المادة والطاقة اللتان نراهما اليوم نشــأتا بعد الانفجار الكبير، وأن "الفراغ" الذي تذبذب جاء لاحقًا لينتج منه المادة والطاقة، فإن هذا يتعارض مع قانون الديناميكا الحرارية الأول الذي ينص على أن الطاقة لا تُستحدث ولا تفنى. في هذه الحالة، يكون من اللازم على المدافعين عن الفرضية تقديم نموذج جديد يعيد تعريف كثافة الكون الحرجة والطاقة الكلية بعد الانفجار الكبير.

ثالثًا:

وفقًا لدراسات مثل تلك التي قدّمها مارتن ريس، فإن بنية الكون الحالية تتطلب درجة عالية من التعيير في الكثافة والطاقة. أي تذبذب بسـيط في الكثافة (بمقدار 10^-5) كان كافيًا لتقسـيم الكون إلى مناطق تشـكّلت منها المجرات ومناطق أقل كثافة توسّـعت لتشـكّل الفراغ الكوني. وبالتالي، فمن غير المعقول أن يُعزى هذا التناسـق المحكم إلى تذبذبات كمومية عشـوائية، والتي بطبيعتها تنتج جسـيمات غير مسـتقرة وعمرها الزمني قصير للغاية.

رابعًا:

يقول الفيزيائيون إن الفراغ الكمي يحتوي على طاقة ونشــاط كمومي، وأن ما يســمى "اللاشــيء" في هذه الحالة هو حقل كمومي ممتلئ بجسيمات افتراضية وخصائص رياضية يمكن قياسها. وبالتالي، فالحديث عن نشـوء الكون من "لاشيء" هنا هو مغالطة لغوية ومفاهيمية؛ إذ إن "الشـيء" الموجود في الفراغ هو نظام قابل للقياس، وله ديناميكا ومعدلات طاقة وتفاعل، وله خصائص رياضية "غير تافهة" في نظرية المجال الكمومي.

السـؤال المهم هنا: كم يجب أن يكون حجم هذا "الفراغ الكمومي" ليُنتج جسـيمات مسـتقرة بحجم المادة الكونية التي نرصدها اليوم؟ وكيف يمكن أن تنتج جسيمات مستقرة من عمليات كمومية يفترض أن نواتجها سريعة الزوال؟ هذا لم تتم الإجابة عنه بشكل علمي دقيق حتى الآن.

خامسًا:

من أين جاء هذا "الفراغ غير الفارغ"؟ وأين كان لحظة الانفجار الكبير؟ إذا لم يكن له وجود في أولى لحظات الكون – حينما كان الكون في حجم الذرة أو أصـغر – فأين كانت هذه الحقول؟ وإذا ظهر لاحقًا بعد توسع الكون، فكيف يكون مصدرًا أوليًا للمادة والطاقة؟ إذ إن الحاجة إليه تنتفي بمجرد توسع الكون وظهور الفراغ المعروف بعد التوسع.

الخلاصة:

السؤال المركزي هنا هو: هل يمكن أن يكون الكون قد نشأ من "لا شيء" كما يُروّج لذلك في بعض الكتابات الشعبية والعلمية المبسّطة؟ الجواب العلمي والفلسفي الدقيق هو: لا. فكل النماذج الفيزيائية التي طُرحت – سواء كانت تعتمد على النفق الكمومي أو تذبذبات الفراغ أو الفراغ الزائف – تفترض وجود شيء سابق: حقل

كمومي، معادلات، شروط ابتدائية، أو زمكان أولي. ولا يوجد حتى الآن أي نموذج علمي مدعوم تجريبًا أو نظريًا يشرح كيف يمكن للكون أن ينبثق من "العدم" الحقيقي الخالي من المادة، والطاقة، والقوانين.

ولذلك فإن دفن فرضية "كون من لا شيء" عبر النفق الكمومي أو التذبذبات الكمية، يستند إلى:

- التناقض مع قوانين الديناميكا الحرارية.
- استحالة توليد الانتظام من عشوائية كمومية دون تدخل منظّم.
- غموض في تفسير طبيعة الفراغ.
- غياب أي تفسـير علمي يشـرح كيف تسـتقر الجسـيمات الناتجة عن تذبذبات كمومية لتكوّن كونًا كاملاً.

انتهى، والحمد لله رب العالمين

هذا الكتاب:

نظرية الكم ونشأة الكون، انبعاث اليقين من قلب اللاحتمية:

ماذا لو أن فيزياء الكم لا تنكر الواقع، بل تؤكده؟

وماذا لو أن ما يُسمّى باللاحتمية ليس غيابًا للسببية، بل حجابًا يُخفي وراءه بنيةً أعمقَ قابلة للفهم تنتظر من يكتشفها؟

في هذا العمل الرائد، يصحبنا ثائر أحمد سلامة في رحلة محكمة النسيج إلى أعماق ألغاز ميكانيكا الكم، وصولًا إلى السؤال النهائي حول الوجود :**من أين جاء الكون؟ وهل يمكن أن ينشأ حقًا من لا شيء؟**

جامعًا بين العلم الدقيق والتأمل الفلسفي الجريء، يقدّم هذا الكتاب:

✓**نقدًا معمقًا** للتفسيرات الشائعة لنظرية الكم التي تزعم نفي السببية والحتمية، أو الاستغناء عن وجود الخالق.

✓**عرضًا واضحًا ومركّزًا** لانهيار دالة الموجة، والتراكب، واللاحتمية الكمومية، ومشكلة القياس.

✓**تفسيرًا سببيًا أصيلاً** لانهيار القياس الكمومي، يبيّن أن الجسيمات تستجيب للقياس استجابة حتمية بناءً على بنيتها الذاتية، لا على العشوائية.

✓**تفنيدًا علميًا وفلسفيًا** لسوء استخدام مبدأ اللايقين كمبرر للعدمية الميتافيزيقية.

✓**حجّة عقلية وعلمية قوية** تؤكد أن نشأة الكون تتطلب علة أولى خارجية، حكيمة، وغائية—انطلاقًا من منطق الفيزياء الكمومية والفكر الفلسفي على السواء.

مستلهمًا من **آلبرت آينشتاين، وروجر بنروز، وريتشارد فاينمان، وباول ديفيز، وستيفن هاوكينغ**، لكنه يتجاوزهم، يستعيد ثائر سلامة العمق الفلسفي لميكانيكا الكم، ويعيد ربطها برؤية منسجمة للواقع—رؤية لا تجعل من العلم خصمًا للمعنى، بل شريكًا في كشف بنية الوجود.

"هذا الكتاب لا يكتفي بتفسير نظرية الكم، بل يتحدى الركود الفكري المحيط بها".

سواء كنتَ فيزيائيًا، فيلسوفًا، أم باحثًا عن الحقيقة، سيغيّر هذا الكتاب نظرتك إلى الواقع، والسببية، ونسيج الكون ذاته.